عمر قصي التويجري
ماجستير علوم كيمياء
07804277116

الأسئلة والأجوبة النموذجية الوزارية للأعوام (2013-2019)

السادس العلمي

الإحيائي

التطبيقي

الكيمياء

الثرموداينمك

التمهيدي

الدور الأول

الدور الثاني

الدور الثالث

خارج القطر

نازحين

1 المسائل

(تمهيدي 2013)

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها $870g$ من $5\ ℃$ إلى $95\ ℃$ علماً ان الحرارة النوعية للحديد $0.45 J/g.℃$؟

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 95 - 5 = 90\ ℃$

$q = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃) = 0.45\ J/g.℃ \times 870\ g \times 90\ ℃ = 35235\ J$

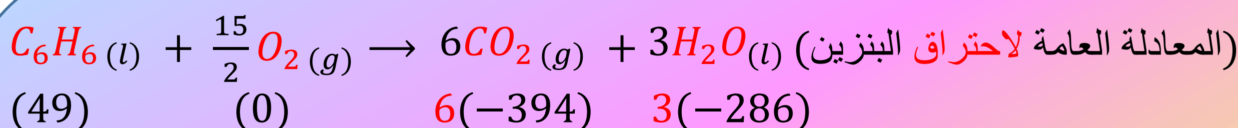
$q\ (J) = \frac{35235}{1000} = 35.235\ KJ$

(تمهيدي 2013) / (خارج 2016 د2)

يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليعطي غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وماء، احسب ΔH_r° لهذا التفاعل: $C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$ إذا علمت ان ΔH_f° بوحدة KJ/mol لكل من CO_2 (-394) و H_2O (-286) و $C_6H_{6\,(l)}$ (49)؟

(خارج 2016 د2): لم يذكر معادلة احتراق البنزين ☝

الحل



$C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$ (المعادلة العامة لاحتراق البنزين)

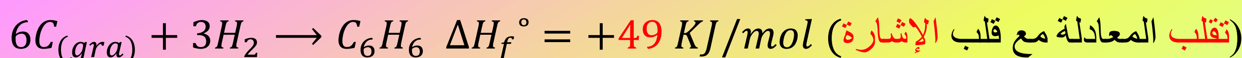
(49) (0) 6(−394) 3(−286)

$\Delta H_r^\circ = \sum n\, \Delta H_f^\circ(P) - \sum n\, \Delta H_f^\circ(R)$

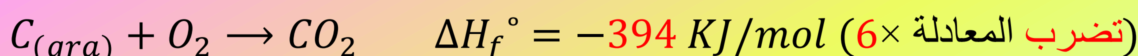
$\Delta H_r^\circ = [(6 \times -394) + (3 \times -286)] - [(49) + (0)] = [-2364 - 858] - [49]$

$\Delta H_r^\circ = -3271\ KJ/mol$

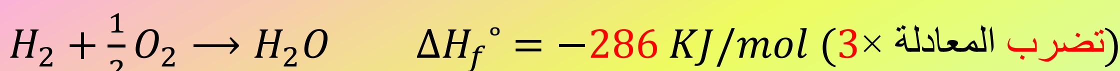
او الحل بطريقة (قانون هيس) إذا طُلب ذلك: (يجب ان نساوي عدد المولات في تفاعلات التكوين التالية مع عدد المولات في المعادلة العامة للاحتراق مع قلب المعادلات إذا تطلب ذلك:



$6C_{(gra)} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6 \quad \Delta H_f^\circ = +49\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة مع قلب الإشارة)

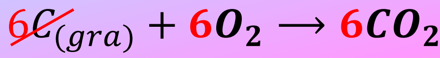


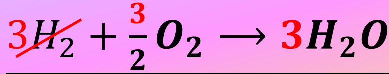
$C_{(gra)} + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H_f^\circ = -394\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×6)

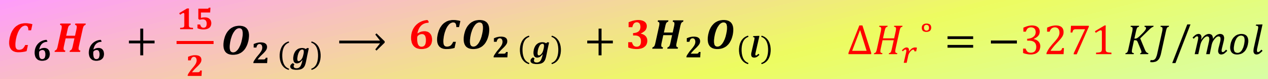


$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O \quad \Delta H_f^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×3)


$C_6H_6 \longrightarrow 6C_{(gra)} + 3H_2$ $\Delta H_r^\circ = -49\ KJ/mol$


$6C_{(gra)} + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -2364\ KJ/mol$


$3H_2 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow 3H_2O$ $\Delta H_r^\circ = -858\ KJ/mol$


$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -3271\ KJ/mol$

(2013 د1، تطبيقي 2018 د3، تمهيدي احيائي 2017)

إذا تم حرق $3g$ من الهيدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي ($32\ g/mole$) في مسعر مفتوح يحتوي على $1000\ g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2\ J/g.℃$) فإن درجة الحرارة ترتفع من $24.6\ ℃$ إلى $28.2\ ℃$. احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثالبي لاحتراق $1mole$ من الهيدرازين بوحدة KJ/mol.

تطبيقي 2018 د3: كتلة الهيدرازين $4g$ ومقدار الارتفاع في درجة الحرارة $4.6\ ℃$. الجواب: $154.56\ KJ/mol$

الحــل

$n\ (mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3}{32} = 0.094\ mol$ (عدد مولات الهيدرازين المحروقة)

$\Delta T = T_f - T_i = 28.2 - 24.6 = 3.6\ ℃$

كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق 0.094 mol من الهيدرازين.

$q(J) = ς(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$

$q(J) = 4.2\ J/g.℃ \times 1000\ g \times 3.6\ ℃ = -15120\ J$ (باعث للحرارة)

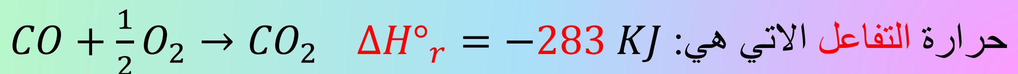
$q(J/mol) = \frac{-15120\ J}{0.094\ mol} = -160851\ J/mol$ (الحرارة الناتجة من حرق مول واحد من الهيدرازين)

$\therefore\ \Delta H = q_p = -160851\ J/mol$ (عند ثبوت الضغط فإن الحرارة تساوي إنثالبي التفاعل)

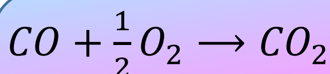
$\Delta H\ (KJ/mol) = -160851\ J/mol \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} \simeq -161\ KJ/mol$

(2013 د1)

احسب إنثالبي التكوين القياسية ΔH_f° لغاز CO إذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي $+394\ KJ/mol$ وان حرارة التفاعل الاتي هي:


$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H^\circ_r = -283\ KJ$

الحــل


$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R) = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2)] - [n\,\Delta H_f^\circ(CO) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$

$-283 = [-394] - [n\,\Delta H_f^\circ(CO) + (0)] \Rightarrow \Delta H_f^\circ(CO) = -394 + 283$

$\Delta H_f^\circ(CO) = -111\ KJ/mol$

(2013 د2)

تم حرق عينة كتلتها $1.5g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض $60\ g/mol$) بوجود كمية وافية من الاوكسجين، وكان المسعر يحتوي على $750g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2\ J/g.°C$). فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $24\ °C$ الى $28\ °C$، احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق $1\ mol$ من الحامض، على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

الحــل

$$n\ (mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{1.5}{60} = 0.025\ mol$$

$$\Delta T = T_f - T_i = 28 - 24 = 4\ °C$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.°C) \times m(g) \times \Delta T(°C)$$

$$q(J) = 4.2\ J/g.°C \times 750\ g \times 4\ °C = -12600\ J$$ (الإشارة السالبة لأنه تفاعل باعث للحرارة)

كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق $0.025mol$ من الحامض.

$$q\ (J/mol) = \frac{-12600\ J}{0.025\ mol} = -504000\ J/mol$$ (الحرارة الناتجة من حرق مول واحد من الحامض)

(2013 د2، 2014 د1، 2016 د1، ت 2019 د2، ح 2017 د1، ح 2018 د3)

احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي: $H_2O_{(L)} \leftrightharpoons H_2O_{(g)}$ إذا علمت ان ΔH لتبخر الماء في درجة غليانه تساوي $44\ KJ/mol$.

الحــل

$$T(K) = °C + 273 = 100 + 273 = 373K$$

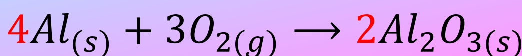
$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b(K)} = \frac{44}{373} = 0.118\ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_{vap}(J/K.mol) = 0.118 \frac{KJ}{K}.mol \times 1000 \frac{J}{KJ} = 118\ J/K.mol$$

(2013 د3) / (2014 د1)

احسب التغير في إنثالبي التكوين القياسية لـ $\Delta H_f°_{(Al_2O_3)}$ والتغيير في إنثالبي الاحتراق القياسية لـ $\Delta H_C°_{(Al)}$ للتفاعل الاتي: $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$ $\Delta H_r° = -3340\ KJ/mol$

الحــل



$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$$

$$\Delta H_f°_{(Al_2O_3)} = \frac{\Delta H_r°}{n} = \frac{-3340}{2} = -1670\ KJ/mol$$

$$\Delta H_C°_{(Al)} = \frac{\Delta H_r°}{n} = \frac{-3340}{4} = -835\ KJ/mol$$

(خارج 2013) / (احيائي 2019 د2)

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25\ ℃$ الى $45\ ℃$ مع اكتساب حرارة مقدارها $114\ J$. فأن الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم هي...........

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25 = 20\ ℃$$
$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$
$$114\ J = \varsigma(J/g.℃) \times 10 \times 20 \Rightarrow \varsigma = \frac{114}{200} = 0.57\ (J/g.℃)$$

(خارج 2013 د1، 2014 د2، تطبيقي 2017 د1)

احسب إنثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة KJ/mol إذا علمت ان درجة غليانه تساوي $69\ ℃$.

الحل

$$T(K) = ℃ + 273 = 69 + 273 = 342\ K$$
$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b(K)} \Rightarrow 85 = \frac{\Delta H_{vap}}{342} \Rightarrow \Delta H_{vap} = 85 \times 342 = 29070\ J/mol$$
$$\Delta H_{vap}(KJ/mol) = \frac{29070}{1000} = 29.07\ KJ/mol$$

(تمهيدي 2014)

هل التفاعل الاتي تلقائي عند درجة $25\ ℃$ وضغط $1atm$ إذا علمت ان $\Delta H_r^\circ = 2\ KJ/mol$ و $\Delta S_r^\circ = 113\ J/K.mol$ فإذا لم يكن تلقائياً عند درجة $25\ ℃$ وضغط $1atm$ فبأي درجة حرارة يكون تلقائياً؟

الحل

$$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$
$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{113}{1000} = 0.113$$
$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = 2 - (298 \times 0.113) = 2 - 33.67 = -31.67\ KJ/mol$$

بما ان قيمة ΔG_r° للتفاعل سالبة فالتفاعل يحدث بشكل تلقائي عند درجة حرارة $25\ ℃$ و $1atm$.

(2014 د2)

احسب التغيير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين CO للتفاعل الغازي $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ بدرجة $25\ ℃$ وضغط $1atm$، إذا علمت ان $\Delta S_r^\circ = -173 J/K.mol$ وان $\Delta H_r^\circ = -566 KJ/mol$ وان $\Delta G_f^\circ{}_{(CO_2)} = -394\ KJ/mol$؟

الحل

$$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$
$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-173}{1000} = -0.173$$

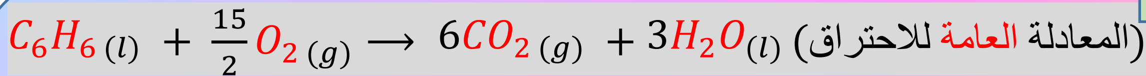
$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -566 - (298 \times -0.173)$$
$$\Delta G_r^\circ = -566 + 51.55 = -514.45\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R)$$
$$\Delta G_r^\circ = [n\,\Delta G_f^\circ(CO_2)] - [n\,\Delta G_f^\circ(CO) + n\,\Delta G_f^\circ(O_2)]$$
$$-514.45 = [2 \times -394] - [2\Delta G_f^\circ(CO) + (0)]$$
$$\therefore \Delta G_f^\circ(CO) = \frac{-788+514.45}{2} = \frac{-273.55}{2} = -136.78\ KJ/mol$$

(2014 د3) / (2016 د1)

يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها $-3271 KJ/mol$ ويعطي غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وماء، احسب إنثالبي التكوين القياسية ΔH_f° للبنزين إذا علمت ان ΔH_f° بوحدة KJ/mol لكل من CO_2 (-394) و H_2O (-286).

الحل


$C_{6}H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$ (المعادلة العامة للاحتراق)

(?) (0) 6(−394) 3(−286)

∵ المحترق مول واحد من البنزين

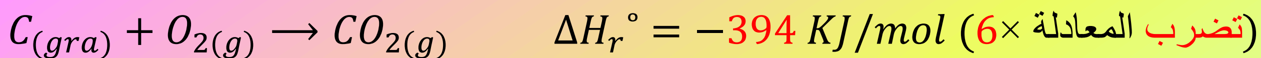
$\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -3271$

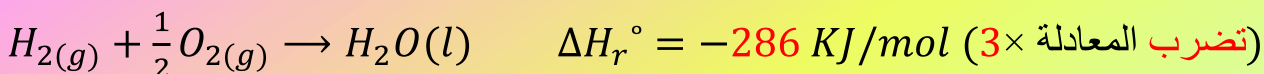
$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$
$$-3271 = [(6 \times -394) + (3 \times -286)] - [\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + (0)]$$
$$-3271 = [-2364 - 858] - \Delta H_f^\circ(C_6H_6)$$
$$\Delta H_f^\circ(C_6H_6) = -3222 + 3271 = +49\ KJ/mol$$

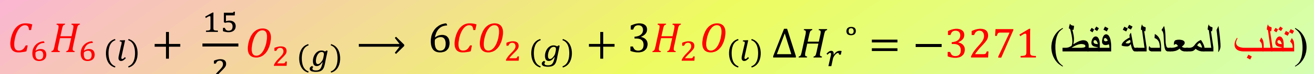
او الحل بطريقة (قانون هيس):

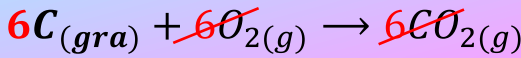

معادلة تكوين البنزين (المعادلة الهدف) $6C_{(gra)} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6\ \ \Delta H_f^\circ = ?\ KJ/mol$

❖ ترتب معادلات الاحتراق التالية حسب معادلة تكوين البنزين (المعادلة الهدف)

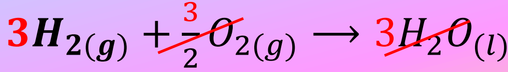

$C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×6)


$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O(l)$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×3)

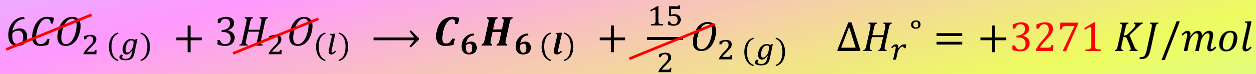

$C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}\ \Delta H_r^\circ = -3271$ (تقلب المعادلة فقط)



$\Delta H_r^\circ = -2364\ KJ/mol$



$\Delta H_r^\circ = -858\ KJ/mol$





(خاص 2014 د2)

احسب ΔG_r° للتفاعل الآتي عند $25\ ℃$ وضغط $1atm$ $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$، حيث تم حساب ΔH_r° للتفاعل من قيم إنثالبي التكوين القياسية وكانت تساوي $(-1368\ KJ/mol)$ وكذلك تم حساب ΔS_r° وكانت تساوي $(-0.138\ KJ/K.mol)$، فهل التفاعل تلقائي ام لا؟

الحــل

$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -1368 - (298 \times -0.138)$

$\Delta G_r^\circ = -1368 + 41 = -1327\ KJ/mol$

بما ان قيمة ΔG_r° للتفاعل سالبة فالتفاعل يحدث بشكل تلقائي عند درجة حرارة $25\ ℃$ و $1atm$.

(تمهيدي 2015) / (خارج 2015 د1) / (تطبيقي 2018 د3)

احسب ΔS_r° للتفاعل: $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ بوحدات $J/K.mol$ علماً ان $\Delta H_f^\circ{}_{(H_2O)} = -242\ KJ/mol$ وان $\Delta G_f^\circ{}_{(H_2O)} = -228\ KJ/mol$.

الحــل

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R) = [2 \times -242] - [0 + 0] = -484\ KJ/mol$

$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R) = [2 \times -228] - [0 + 0] = -456\ KJ/mol$

$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \Longrightarrow -456 = -484 - (298 \times \Delta S_r^\circ)$

$\therefore \Delta S_r^\circ = \frac{-484+456}{298} = -0.094\ KJ/K.mol$

$\Delta S_r^\circ(J/K.mol) = -0.094 \times 1000 = -94$

(2015 د1)

وضع $3g$ من مركب الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ (الكتلة المولية للكلوكوز $180 g/mole$) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين. وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية $1200g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2\ J/g.℃$) وكانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي $21.0\ ℃$. احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5\ ℃$. احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق $1mol$ من الكلوكوز.

الحـــل

$$n\ (mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3}{180} = 0.017\ mol$$

$$\Delta T = T_f - T_i = 25.5 - 21.0 = 4.5\ ℃$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$

كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق $0.017 mol$ من الكلوكوز.

$$q(J) = 4.2\ J/g.℃ \times 1200\ g \times 4.5\ ℃ = -22680\ J$$ (الإشارة السالبة لأنه باعث للحرارة)

$$q\ (J/mol) = \frac{-22680\ J}{0.017\ mol} = -1334117\ \ J/mol$$ (الحرارة الناتجة من حرق مول واحد من الكلوكوز)

$$q(KJ/mol) = -1334117\ J/mol \times \frac{1KJ}{1000\ J} = -1334.2$$

(2015 د1)

للتفاعل الاتي: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

المادة	$\Delta H_f°(KJ/mol)$	$S°\ (J/K.mol)$
CH_4	-75	186
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

احسب: 1) $\Delta H_r°$ 2) $\Delta S_r°$ 3) $\Delta G_r°$

الحـــل

$$\Delta H_r° = \sum n\ \Delta H_f°(P) - \sum n\ \Delta H_f°(R)$$

$$\Delta H_r° = [(-394) + (2 \times -286)] - [(-75) + (0)]$$

$$\Delta H_r° = -394 - 572 + 75 = -891\ KJ/mol$$

$\Delta S_r^\circ = \sum n\, \Delta S^\circ(P) - \sum n\, \Delta S^\circ(R)$

$\Delta S_r^\circ = [(214) + (2 \times 70)] - [(186) + (2 \times 205)]$

$\Delta S_r^\circ = 214 + 140 - [186 + 410] = 354 - 596 = -242\ J/K.mol$

$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-242}{1000} = -0.242$

$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -891 - (298 \times -0.242)$

$\Delta G_r^\circ = -891 + 72 = -819\ KJ/mol$

(2015 د2) / (2016 د3)

تتفكك كاربونات الكالسيوم عند درجة حرارة $298K$ على وفق المعادلة: $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ وجد ان قيمة ΔS_r° للتفاعل تساوي $160\ J/K.mol$ فإذا علمت ان ΔH_f° لكل من $CO_2 = -393.5$ و $CaO = -635$ و $CaCO_3 = -1207$ بوحدات KJ/mol، جد ΔG_r° للتفاعل؟

الحـــل

$\Delta H_r^\circ = \sum n\, \Delta H_f^\circ(P) - \sum n\, \Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_r^\circ = [(1 \times -393.5) + (1 \times -635)] - [-1207] = [-1028.5] + [1207]$

$\Delta H_r^\circ = +178.5\ KJ/mol$

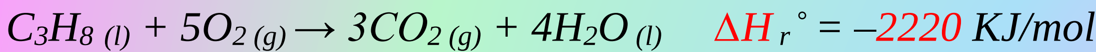
$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{160}{1000} = 0.16$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = 178.5 - (298 \times 0.16)$

$\Delta G_r^\circ = 178.5 - 47.7 = 130.8\ KJ/mol$

(2015 د2) / (احيائي 2018 د3) / (احيائي 2019 د3)

احسب إنثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 إذا أعطيت المعلومات الاتية:



$C_3H_{8\,(l)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2220\ KJ/mol$



$C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -393.5\ KJ/mol$



$H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = +286\ KJ/mol$

(احيائي 2019 د3): اعطى إنثالبي احتراق البروبان ولم يذكر معادلة احتراق البروبان.

الحـــل

$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$ (المعادلة الهدف) معادلة تكوين البروبان

وباستخدام قانون هيس:

$C_3H_{8(l)} + 5O_2 \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -2220$ KJ/mol (تقلب المعادلة فقط)

$C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -393.5$ KJ/mol (تضرب المعادلة ×3)

$H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +286$ KJ/mol (تقلب وتضرب المعادلة ×4)

$3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \rightarrow C_3H_{8(l)} + 5O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +2220$ KJ/mol

$3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -1180.5$ KJ/mol

$4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -1144$ KJ/mol

---

$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$ $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = -104.5$ KJ/mol

$\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأن المتكون مول واحد من البروبان C_3H_8 من عناصر الأساسية.

(2015 د3)

إذا تم حرق عينة كتلتها $6g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض = $60g/mol$) بوجود كمية وافية من الاوكسجين، وكان المسعر يحتوي على $800g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2\ J/g.℃$). فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $25\ ℃$ الى $30\ ℃$، احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق $2mol$ من الحامض بوحدة KJ، على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

الحـــل

$$n\,(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{6}{60} = 0.1\ mol$$

$$\Delta T = T_f - T_i = 30 - 25 = 5\ ℃$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$

(الحرارة الناتجة من حرق $0.1\ mol$ من الحامض)

$$q(J) = 4.2\ J/g.℃ \times 800\ g \times 5\ ℃ = -16800\ J$$ (الإشارة السالبة لأنه تفاعل باعث للحرارة)

$0.1mol$	$-16800\ J$	$\Rightarrow q(J) = \frac{2\ mol \times -16800\ J}{0.1\ mol} = -336000$
$2mol$	$q = ?$	

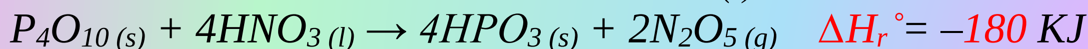
$$\therefore q(KJ) = \frac{-336000}{1000} = -336$$

(2015 خارج تمهيدي)

احسب إنثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(s)}$ إذا أعطيت المعلومات الآتية:

$P_4O_{10(s)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(s)} + 2N_2O_{5(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -180$ KJ

و ΔH_f° بوحدة KJ/mol للمركب الآتية: $(P_4O_{10}) = -2984$ ،$(HNO_3) = -174$ ،$(N_2O_5) = -43$.



$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$-180 = [4\Delta H_f^\circ{}_{(HPO_3)} + (2 \times -43)] - [(-2984) + (4 \times -174)]$$

$$-180 = 4\Delta H_f^\circ{}_{(HPO_3)} - 86 + 2984 + 696$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ{}_{(HPO_3)} = \frac{-180+86-2984-696}{4} = \frac{-3774}{4} = -943.5\ KJ/mol$$

(خارج 2015 د2) / (خارج تطبيقي 2017 د2)

في التفاعل الآتي: $HCOOH_{(l)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$ فإذا كانت قيمة $\Delta H_r^\circ = 16\ KJ/mol$ و وان $\Delta S_r^\circ = 234\ J/K.mol$ و $\Delta G_f^\circ(CO) = -137\ KJ/mol$ و ΔG_f° لسائل الماء تساوي $(-237\ KJ/mol)$، احسب مقدار الطاقة الحرة للتكوين القياسية ΔG_f° لحامض الفورميك $HCOOH$ عند $25\,℃$ وضغط $1atm$.

خارج تطبيقي 2017 د2: طُلب فقط هل يحصل التفاعل تلقائياً ام لا؟ يعني نجد ΔG_r° فقط.

الحل

$$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{234}{1000} = 0.234$$

التفاعل تلقائي لأن الإشارة سالبة

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = 16 - (298 \times 0.234) = 16 - 69.73 = -53.73\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R)$$

$$\Delta G_r^\circ = [n\,\Delta G_f^\circ(CO) + n\,\Delta G_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta G_f^\circ(HCOOH)]$$

$$-53.73 = [(-173) + (-237)] - \Delta G_f^\circ(HCOOH)$$

$$\Delta G_f^\circ(HCOOH) = -173 - 273 + 53.73 = -320.27\ KJ/mol$$

(نازحين 2015 د1)

للتفاعل الغازي الآتي: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$، وجد ان قيمة ΔS_r° للتفاعل تساوي $(-94\ J/K.mol)$ وان قيمة ΔG_f° لـ H_2O تساوي $(-228\ KJ/mol)$، احسب ΔH_f° لـ H_2O.

الحل

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R)$$

$$\Delta G_r^\circ = [n\,\Delta G_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta G_f^\circ(H_2) + n\,\Delta G_f^\circ(O_2)]$$

$$\Delta G_r^\circ = [2 \times -228] - [2(0) + (0)] = -456\ KJ/mol$$

$$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-94}{1000} = -0.094$$

$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\Delta S_r^{\circ} \Rightarrow -456 = \Delta H_r^{\circ} - (298 \times -0.094)$

$\Delta H_r^{\circ} = -456 - (28) = -484\ KJ/mol$

$\Delta H_r^{\circ} = \sum n\ \Delta H_f^{\circ}(P) - \sum n\ \Delta H_f^{\circ}(R)$

$\Delta H_r^{\circ} = [n\ \Delta H_f^{\circ}(H_2O)] - [n\ \Delta H_f^{\circ}(H_2) + n\ \Delta H_f^{\circ}(O_2)]$

$-484 = [2\Delta H_f^{\circ}(H_2O)] - [2(0) + (0)] \Rightarrow \Delta H_f^{\circ}(H_2O_{(g)}) = \frac{-484}{2} = -242\ KJ/mol$

(تمهيدي 2016)

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها $155g$ من درجة حرارة $20\ ℃$ الى $35\ ℃$ مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها $5700\ J$، احسب الحرارة النوعية لهذه المادة.

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 35 - 20 = 15\ ℃$

$q(J) = ς(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$

$5700 = ς(J/g.℃) \times 155 \times 15 \Rightarrow ς(J/g.℃) = \frac{5700}{155 \times 15} = 2.45$

(تطبيقي 2019 د3)

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها $100g$ من درجة حرارة $25\ ℃$ الى $55\ ℃$ مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها $6300\ J$، احسب الحرارة النوعية لهذه المادة.

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 55 - 25 = 30\ ℃$

$q(J) = ς(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$

$6300 = ς(J/g.℃) \times 100 \times 30 \Rightarrow ς(J/g.℃) = \frac{6300}{3000} = 2.1$

(احيائي 2017 د2)

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها $150g$ فتغيرت درجة حرارة بمقدار $20\ ℃$ مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها $5400\ J$، احسب الحرارة النوعية لهذه المادة.

الحل

$\Delta T = 20\ ℃$

$q(J) = ς(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$

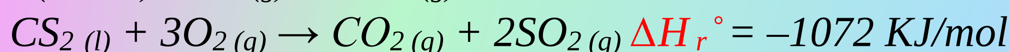
$5400 = ς(J/g.℃) \times 150 \times 20 \Rightarrow ς(J/g.℃) = \frac{5400}{3000} = 1.8$

(تمهيدي 2016) / (نازحين 2017 د3)

احسب إنثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الأساسية بأثبت صورها إذا أعطيت المعادلات الحرارية الاتي:


$C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$


$S_{(rhombic)} + O_{2\,(g)} \rightarrow SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -296\ KJ/mol$


$CS_{2\,(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -1072\ KJ/mol$

2016 د3: احسب إنثالبي التكوين القياسية للمركب ثنائي كبريتيد الكاربون CS_2 من عناصره الأساسية بأثبت صورها: $C_{(gra)} + 2S_{(rhombic)} \rightarrow CS_{2\,(g)}$ إذا علمت ان حرارة الاحتراق القياسية لكل من الكرافيت $-394\ KJ/mol$ والكبريت المعينى $-296\ KJ/mol$ ولسائل ثنائي كبريتيد الكاربون $-1072\ KJ/mol$؟

الحــل

معادلة تكوين المركب (المعادلة الهدف) $C_{(gra)} + 2S_{(rhombic)} \rightarrow CS_{2\,(l)}$

الحل باستخدام قانون هيس: ترتب معادلات الاحتراق حسب معادلة التكوين (المعادلة الهدف)


$C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة نفسها)

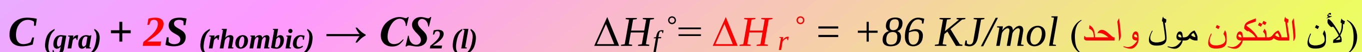

$S_{(rhombic)} + O_{2\,(g)} \rightarrow SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -296\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة × 2)


$CS_{2\,(l)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -1072\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة فقط)


$C_{(gra)} + \cancel{O_{2\,(g)}} \rightarrow \cancel{CO_{2\,(g)}}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$


$2S_{(rhombic)} + \cancel{2O_{2\,(g)}} \rightarrow \cancel{2SO_{2\,(g)}}$ $\Delta H_r^\circ = -592\ KJ/mol$


$\cancel{CO_{2\,(g)}} + \cancel{2SO_{2\,(g)}} \rightarrow CS_{2\,(l)} + \cancel{3O_{2\,(g)}}$ $\Delta H_r^\circ = +1072\ KJ/mol$


$C_{(gra)} + 2S_{(rhombic)} \rightarrow CS_{2\,(l)}$ $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = +86\ KJ/mol$ (لأن المتكون مول واحد)

او الحل بطريقة أخرى: بالاعتماد على معادلة احتراق CS_2:


$CS_2 + 3O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -1072\ KJ/mol$ (معادلة الاحتراق)

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(SO_2)] - [n\,\Delta H_f^\circ(CS_2) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$-1072 = [-394 + (2 \times -296)] - [\,\Delta H_f^\circ(CS_2) + (0)]$$

$$\Delta H_f^\circ(CS_2) = -394 - 592 + 1072 = +86\ KJ/mol$$

على اعتبار ان $\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ$ لكل من المعادلة 1 و 2 لأن المتكون هو $1mol$ من عناصره الأساسية

(2016 د2)

للتفاعل الاتي: $C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ ومن المعلومات الاتية

المادة	ΔH_f° (KJ/mol)	S° (J/K.mol)
C_2H_2	227	201
O_2	0	205
CO_2	–394	214
H_2O	–286	70

احسب:1) ΔH_r° 2) ΔS_r° 3) ΔG_r° عند الظروف القياسية للتفاعل.

الحـــل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -394) + (-286)] - [(227) + (0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -788 - 286 - 227 = -1301\ KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum n\,\Delta S^\circ(P) - \sum n\,\Delta S^\circ(R)$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 214) + (70)] - [(201) + (\frac{5}{2} \times 205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 + 70 - [201 + 512.5] = 498 - 596 = -215.5\ J/K.mol$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-215.5}{1000} \simeq -0.216$$

$$T(K) = {}^\circ C + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -1301 - (298 \times -0.216)$$

$$\Delta G_r^\circ = -1301 + 64.34 = -1236.7\ KJ/mol$$

(خارج 2016 د1) / (تطبيقي 2017 د2)

في مسعر حراري وضع $2.6\ g$ من الأستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $130\ KJ$، احسب انثالبي التكوين القياسية للأستيلين إذا علمت ان ΔH_f° بوحدات KJ/mol لـ $CO_2 = -393.5$ و $H_2O = -286$.

(تمهيدي احيائي 2019) في مسعر حراري وضع $5.2\ g$ من الأستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $260\ KJ$، احسب انثالبي التكوين القياسية للأستيلين إذا علمت ان ΔH°_f بوحدات KJ/mol لـ $CO_2 = -393.5$ و $H_2O = -286$.

الحل

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{2.6}{26} = 0.1\ mol$$

$$\therefore \Delta H_r^\circ = \Delta H_C^\circ\ (KJ/mol) = \frac{-130}{0.1} = -1300$$ (كمية الحرارة الناتجة من احتراق مول واحد)



$$C_2H_{2\,(g)} + \frac{5}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -1300\ KJ/mol$$ (الإشارة سالبة لأنها منبعثة)

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\, \Delta H_f^\circ(P) - \sum n\, \Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\, \Delta H_f^\circ(CO_2) + n\, \Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\, \Delta H_f^\circ(C_2H_2) + n\, \Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$-1300 = [(2 \times -393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^\circ(C_2H_2) + (0)]$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(C_2H_2) = -787 - 286 + 1300 = +227\ KJ/mol$$

اما سؤال (تمهيدي احيائي 2019) فالتغير فيه فقط:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{5.2}{26} = 0.2\ mol$$

$$\therefore \Delta H_r^\circ = \Delta H_C^\circ\ (KJ/mol) = \frac{-260}{0.2} = -1300$$ (كمية الحرارة الناتجة من احتراق مول واحد)

(خارج 2016 د2) / (احيائي 2019 د2)

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25\ ℃$ الى $45\ ℃$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205\ J$. احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم.

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25 = 20\ ℃$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$

$$205\ J = \varsigma(J/g.℃) \times 10 \times 20 \Rightarrow \varsigma = \frac{205}{200} = 1.025\ (J/g.℃)$$

(خارج 2016 د3) / (احيائي 2017 د1) / (تمهيدي تطبيقي 2019)

إذا علمت ان إنثالبي الاحتراق لكل من غاز: CO، H_2، CH_3OH بوحدات KJ/mol، هي على التوالي: (-284، -286، -727) احسب ΔH_r° باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي: $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$.

الحل

❖ ترتب معادلات الاحتراق التالية حسب المعادلة العامة $(CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH)$

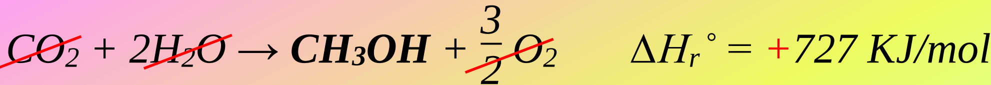

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_C^\circ = -284\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة كما هي)


$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H_C^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة × 2)


$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_C^\circ = -727\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة فقط)


$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -284\ KJ/mol$


$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad \Delta H_r^\circ = -572\ KJ/mol$


$CO_2 + 2H_2O \rightarrow CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \qquad \Delta H_r^\circ = +727\ KJ/mol$


$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad \Delta H_r^\circ = -129\ KJ/mol$

(تمهيدي تطبيقي 2017) / (تطبيقي 2019 د3)

التفاعل الغازي: $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$ احسب: 1) ΔG_r° عند الظروف القياسية 25 ℃ مبيّناً هل يحدث التفاعل ام لا؟ ولماذا؟ 2) ΔH_r° 3) ΔS_r°. علماً ان $\Delta G_f^\circ(NO_2) = 52\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^\circ(NO_2) = 43\ KJ/mol$

الحل

$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R) = [n\,\Delta G_f^\circ(NO_2)] - [n\,\Delta G_f^\circ(N_2) + n\,\Delta G_f^\circ(O_2)]$

$\therefore \Delta G_r^\circ = [2 \times 52] - [0 + 0] = +104\ KJ/mol$ (لا يحدث التفاعل تلقائياً)

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R) = [n\,\Delta H_f^\circ(NO_2)] - [n\,\Delta H_f^\circ(N_2) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$

$\Delta H_r^\circ = [2 \times 43] - [0 + 0] = +86\ KJ/mol$ (التفاعل ماص للحرارة)

$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \Rightarrow 104 = 86 - (298 \times \Delta S_r^\circ)$

$\therefore \Delta S_r^\circ = \frac{86-104}{298} = \frac{-18}{298} = -0.06\ KJ/K.mol$

$\Delta S_r^\circ(J/K.mol) = -0.06 \times 1000 = -60$

(تطبيقي 2017 د1) / (خ تطبيقي 2017 د2) / (خ تطبيقي 2018 د2)

جـد إنثـالبي التكـوين القياسـية ΔH_f° لغـاز الاثلـين C_2H_4 اذا علمـت ان حـرارة الاحتـراق القياسـية ΔH_C° بوحدات KJ/mol لـ ($C_2H_4 = -1411$, $C = -394$, $H_2 = -286$).

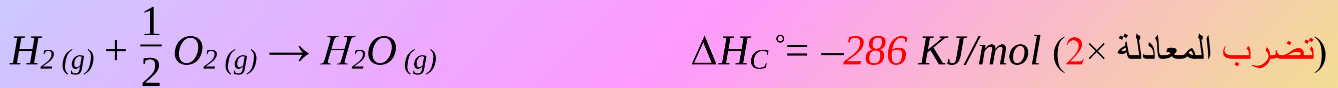
الحـــل

$2C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)}$ (معادلة تكوين الاثلين من عناصره الأساسية بأثبت صورها)

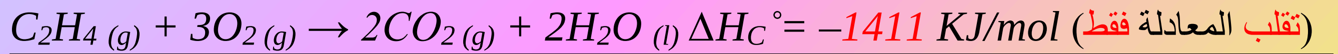
❖ ترتب معادلات الاحتراق التالية حسب معادلة تكوين الاثلين:



$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_C^\circ = -394\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×2)



$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_C^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×2)



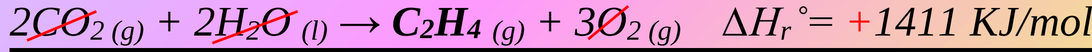
$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H_C^\circ = -1411\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة فقط)



$2C_{(gra)} + 2O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -788\ KJ/mol$



$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -572\ KJ/mol$



$2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +1411\ KJ/mol$



$2C_{(gra)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)}$ $\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = +51\ KJ/mol$

$\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأن المتكون مول واحد من الاثلين من عناصره الأساسية بأثبت صورها.

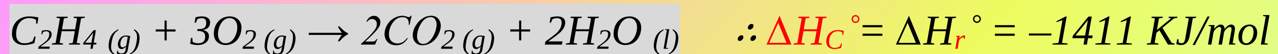
او الحل بطريقة أخرى:



$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_f^\circ = -394\ KJ/mol$



$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_f^\circ = -286\ KJ/mol$



$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -1411\ KJ/mol$

وبالاعتماد على معادلة احتراق الاثلين C_2H_4:

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_2H_4) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$-1411 = [(2 \times -394) + (2 \times -286)] - [\,\Delta H_f^\circ(C_2H_4) + (0)]$$

$$\Delta H_f^\circ(C_2H_4) = -788 - 572 + 1411 = +51\ KJ/mol$$

(تطبيقي 2017 د3) / (تطبيقي 2019 د2)

احسب انثالبي التكوين القياسية للميثان من عناصر الأساسية، إذا علمت ان إنثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل من $(CH_4 = -891, C = -394, H_2 = -286)$.

الحــل

$C_{(gra)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)}$ (معادلة تكوين الميثان من عناصره الأساسية بأثبت صورها)

❖ ترتب معادلات الاحتراق التالية حسب معادلة تكوين الميثان:

$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_C^\circ = -394\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة كما هي)

$H_{2\,(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_C^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×2)

$CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H_C^\circ = -891\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة فقط)

$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

$2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -572\ KJ/mol$

$CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +891\ KJ/mol$

$C_{(gra)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow CH_{4\,(g)}$ $\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = -75\ KJ/mol$

$\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأن المتكون مول واحد من الميثان من عناصره الأساسية بأثبت صورها.

او الحل بطريقة أخرى:

$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_f^\circ = -394\ KJ/mol$

$H_{2\,(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_f^\circ = -286\ KJ/mol$

$CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\therefore \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -891\ KJ/mol$

وبالاعتماد على معادلة احتراق الميثان CH_4:

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(CH_4) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$-891 = [(-394) + (2 \times -286)] - [\Delta H_f^\circ(CH_4) + (0)]$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(CH_4) = -394 - 572 + 891 = -75\ KJ/mol$$

(خارج تطبيقي 2018 د1)

للتفاعل الاتي: $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$ وبالاستعانة بالمعلومات الآتية:

المادة	$\Delta H_f^\circ (KJ/mol)$	S° (J/K.mol)
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

جد: ΔG_r° مبيناً هل يجري التفاعل بصورة تلقائية ام لا؟

الحل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2\times -394) + (3\times -286)] - [(-278) + (0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -788 - 858 + 278 = -1368\ KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum n\,\Delta S^\circ(P) - \sum n\,\Delta S^\circ(R)$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2\times 214) + (3\times 70)] - [(161) + (3\times 205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 + 210 - [161 + 615] = 638 - 776 = -138\ J/K.mol$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-138}{1000} = -0.138$$

$$T(K) = ^\circ C + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -1368 - (298\times -0.138)$$

$\Delta G_r^\circ = -1368 + 41 = -1327\ KJ/mol$ (∵ الإشارة سالبة ∴ يجري التفاعل بصورة تلقائية)

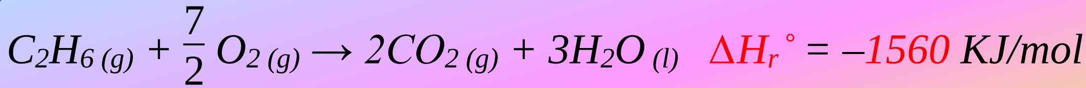
(تمهيدي تطبيقي 2018)

إذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لاحتراق الإيثان C_2H_6 تساوي (-1467.5 KJ/mol) والتغير في الانتروبي القياسي (-0.31 KJ/K.mol) وان $\Delta H_f^\circ{}_{(CO_2)} = -393$ KJ/mol، $\Delta H_f^\circ{}_{(H_2O)} = -286$ KJ/mol، احسب ΔH_f° للإيثان

الحل

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \Rightarrow -1467.5 = \Delta H_r^\circ - (298\times -0.31)$$

$$\Delta H_r^\circ = -1467.5 - 92.38 = -1559.88 \simeq 1560\ KJ/mol$$



$C_2H_{6\,(g)} + \frac{7}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -1560\ KJ/mol$

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_2H_6) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$

$-1560 = [(2\times -393) + (3\times -286)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_2H_6) + (0)]$

$\Delta H_f^\circ(C_2H_6) = -786 - 858 + 1560 = -84\ KJ/mol$

(تمهيدي تطبيقي 2018)

احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات KJ من $350g$ زئبق عند تبريدها من $70\ ℃$ الى $20\ ℃$، إذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق $(0.14\ J/g.℃)$.

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 20 - 70 = -50\ ℃$

$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$

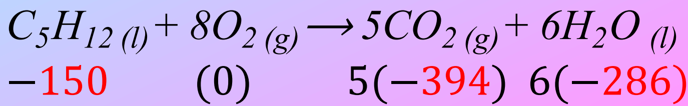
$q(J) = 0.14 \times 350 \times -50 \Rightarrow q(J) = -2450\ J$

$\therefore\ q(KJ) = \frac{2450}{1000} = -2.45$

(تطبيقي 2018 د1)

احسب ΔG_r° للتفاعل الاتي عند $25\ ℃$ وضغط $1atm$: $C_5H_{12\,(l)} + 8O_{2\,(g)} \longrightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$ إذا علمت ان: $\Delta H_f^\circ{}_{(CO_2)} = -394\ KJ/mol$، $\Delta H_f^\circ{}_{(C_5H_{12})} = -150\ KJ/mol$، $\Delta H_f^\circ{}_{(H_2O)(l)} = -286\ KJ/mol$، $\Delta S_r^\circ = 374\ J/K.mol$.

الحل



$C_5H_{12\,(l)} + 8O_{2\,(g)} \longrightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$

-150 (0) $5(-394)$ $6(-286)$

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_5H_{12}) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$

$\Delta H_r^\circ = [(5\times -394) + (6\times -286)] - [(-150) + (0)]$

$\Delta H_r^\circ = -1970 - 1716 + 150 = -3536\ KJ/mol$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -3536 - (298 \times \frac{374}{1000}) = -3536 - 111.45$

$\Delta G_r^\circ = -3647.45\ KJ/mol$

(تطبيقي 2018 د2)

للتفاعل $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$ $\Delta H_r^\circ = -3340\ KJ$ فإنّ ΔH_C° لـ Al تساوي.....

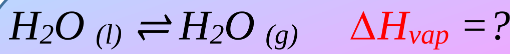
الحل

$\Delta H_C^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n} = \frac{-3340}{4} = -835\ KJ/mol$ (أي لاحتراق مول واحد)

(تطبيقي 2018 د2)

ما قيمة ΔS_r° لتبخر الماء عند درجة غليانه بوحدات $J/K.mol$ إذا علمت ان إنثالبي التكوين القياسية لسائل الماء $H_2O_{(l)} = -286\ KJ/mol$ وإنثالبي التكوين القياسية لبخار الماء $H_2O_{(g)} = -242\ KJ/mol$؟

الحل



$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{vap} = ?$

$$\Delta H_{vap} = [n\ \Delta H_f^\circ(H_2O_{(g)})] - [n\ \Delta H_f^\circ(H_2O_{(l)})]$$

$$\Delta H_{vap} = (-242) - (-286) = 44\ KJ/mol$$

$$T(K) = ℃ + 273 = 100 + 273 = 373\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b(K)} = \frac{44}{373} = 0.118\ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118\ \cancel{KJ}/K.mol \times \frac{1000\ J}{1\ \cancel{KJ}} = 118\ J/K.mol$$

(تطبيقي 2019 د1) / (احيائي 2019 د2)

للتفاعل الاتي: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ فاذا أعطيت المعلومات الاتية: $\Delta H_f^\circ(CO_2) = -393.5\ KJ/mol$ ، $\Delta H_f^\circ(CO) = -110.5\ KJ/mol$ ، $S^\circ(CO_2) = 214\ J/K.mol$ ، $S^\circ(CO) = 198\ J/K.mol$ ، $S^\circ(O_2) = 205\ J/K.mol$. بيّن حسابياً هل يجري التفاعل تلقائياً بالظروف القياسية؟

الحل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\ \Delta H_f^\circ(P) - \sum n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -393.5)] - [(2 \times -110.5) + (0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -787 + 221 = -566\ KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum n\ \Delta S^\circ(P) - \sum n\ \Delta S^\circ(R)$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 214)] - [(2 \times 198) + (205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 - [396 + 205] = 428 - 601 = -173\ J/K.mol$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{-173}{1000} = -0.173$$

الحــل

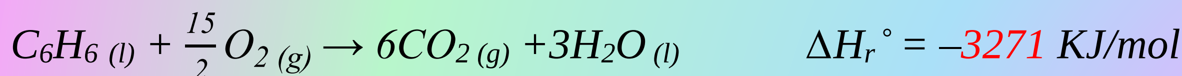
$T(K) = °C + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -566 - (298 \times -0.173)$

$\Delta G_r^\circ = -566 + 51.55 = -514.45\ KJ/mol$ (∵ الإشارة سالبة ∴ يجري التفاعل بصورة تلقائية)

(تطبيقي 2019 د1)

احسب ΔH_r° للبنزين السائل (C_6H_6) من المعادلات الحرارية الاتية:


$C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -3271\ KJ/mol$


$C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$


$H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

بالاعتماد على معادلة احتراق البنزين: $C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$

$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$

$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$

$-3271 = [(6 \times -394) + (3 \times -286)] - [\Delta H_f^\circ(C_6H_6) + (0)]$

$\Delta H_f^\circ(C_6H_6) = -2364 - 858 + 3271 = +49\ KJ/mol$

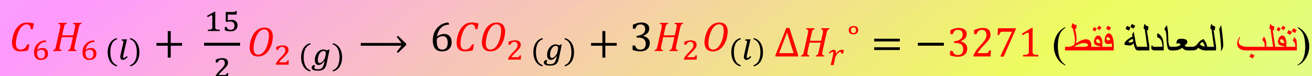
او الحل بطريقة (قانون هيس):

معادلة تكوين البنزين (المعادلة الهدف) $6C_{(gra)} + 3H_2 \rightarrow C_6H_6 \quad \Delta H_f^\circ = ؟\ KJ/mol$

❖ ترتب معادلات الاحتراق التالية حسب معادلة تكوين البنزين (المعادلة الهدف)

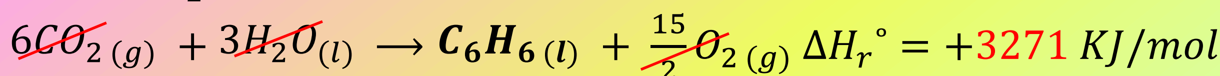

$C_{(gra)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة × 6)


$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة × 3)


$C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow 6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -3271$ (تقلب المعادلة فقط)


$6C_{(gra)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2364\ KJ/mol$


$3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -858\ KJ/mol$


$6CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2}O_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = +3271\ KJ/mol$

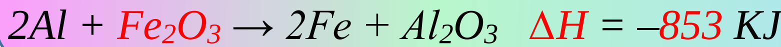

$6C_{(gra)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_6H_{6(l)} \quad \therefore \Delta H_f^\circ(C_6H_6) = \Delta H_r^\circ = +49\ KJ/mol$

(خارج تطبيقي 2019 د1)

احسب ΔH_f° لـ Fe_2O_3 من إنثالبيات التفاعلات الآتية:



$2Al_2O_3 \rightarrow 4Al + 3O_2 \qquad \Delta H = 3340\ KJ$



$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta H = -853\ KJ$

الحــل

❖ تقلب المعادلة الأولى لكي نجد ΔH_f° لـ Al_2O_3



$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3 \qquad \Delta H_r^\circ = -3340\ KJ$

$$\Delta H_f^\circ(Al_2O_3) = \frac{\Delta H_r^\circ}{n} = \frac{-3340}{2} = -1670\ KJ$$

وبالاعتماد على المعادلة الثانية نجد ΔH_f° لـ Fe_2O_3:



$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta H_r^\circ = -853\ KJ$

$$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(Fe) + n\,\Delta H_f^\circ(Al_2O_3)] - [n\,\Delta H_f^\circ(Al) + n\,\Delta H_f^\circ(Fe_2O_3)]$$

$$-853 = [(0) + (-1670)] - [(0) + \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3)]$$

$$\Delta H_f^\circ(Fe_2O_3) = -1670 + 853 = -817\ KJ/mol$$

(احيائي 2017 د2)

احسب مقدار التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل التالي: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ عند الظروف القياسية، إذا علمت ان قيمة ΔH_f° لـ ($CO = -110.5$ ،$CO_2 = -393.5$) بوحدات KJ/mol، وان قيم ΔG_f° بوحدات KJ/mol لـ ($CO = -137$ ،$CO_2 = -394$).

الحــل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$
$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -393.5)] - [(2 \times -110.5) + (0)]$$
$$\Delta H_r^\circ = -787 + 221 = -566\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R)$$
$$\Delta G_r^\circ = [n\,\Delta G_f^\circ(CO_2)] - [n\,\Delta G_f^\circ(CO) + n\,\Delta G_f^\circ(O_2)]$$
$$\Delta G_r^\circ = [2 \times -394] - [2 \times -137 + (0)] = -788 + 274 = -514\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \Rightarrow -514 = -566 - (298 \times \Delta S_r^\circ)$$
$$\Delta S_r^\circ = \frac{-566+514}{298} = \frac{-52}{298} = -0.174\ (KJ/K.mol) \Rightarrow \Delta S_r^\circ = -174(J/K.mol)$$

(احيائي 2017 د3)

احسب ΔS_r° للتفاعل الغازي التالي: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ عند $25\ ℃$ وضغط $1atm$، وهل التفاعل تلقائي ام لا؟ إذا علمت ان $\Delta G_f^\circ{}_{(NH_3)} = -17\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^\circ{}_{(NH_3)} = -46\ KJ/mol$.

الحل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R) = [2 \times -46] - [0+0] = -92\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R) = [2 \times -17] - [0+0] = -34\ KJ/mol$$

$$T(K) = ℃ + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \Longrightarrow -34 = -92 - (298 \times \Delta S_r^\circ)$$

$$\therefore \Delta S_r^\circ = \frac{-92+34}{298} = \frac{-58}{298} = -0.195\ KJ/K.mol \Longrightarrow \Delta S_r^\circ = -195\ J/K.mol$$

(خارج احيائي 2017 د1)

قطعة من النحاس كتلتها $0.006Kg$ سخنت من $21\ ℃$ إلى $124\ ℃$، احسب كمية الحرارة الممتصة بوحدة KJ إذا علمت ان السعة الحرارية للنحاس تساوي $2.34\ J/℃$.

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 124 - 21 = 103\ ℃$$

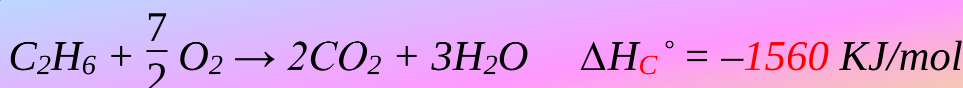
$$q(J) = C(J/℃) \times \Delta T(℃) = 2.34 \times 103 = 241.02\ J$$

$$q(KJ) = 241.02\,\cancel{J} \times \frac{1\ KJ}{1000\,\cancel{J}} = 0.241\ KJ$$

(خارج احيائي 2017 د2)

إذا علمت ان إنثالبي الاحتراق كل من غاز الإيثان C_2H_6 والاثلين C_2H_4 و H_2 هي على الترتيب $(-1560$، -1411، $-286)$ مقدرة بـ (KJ/mol)، احسب ΔH_r° للتفاعل الغازي: $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ باستخدام قانون هيس

الحل



$$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O \qquad \Delta H_C^\circ = -1560\ KJ/mol$$



$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_C^\circ = -1411\ KJ/mol$$

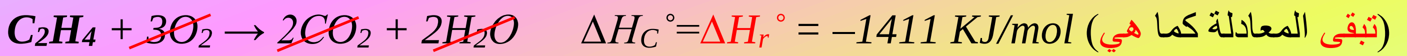


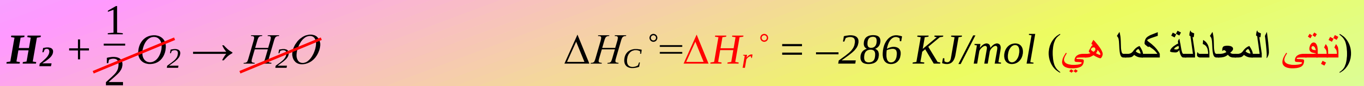
$$H_2 + 1/2\,O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H_C^\circ = -286\ KJ/mol$$

$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ (المعادلة الهدف) المعادلة العامة

❖ ترتب معادلات الاحتراق حسب المعادلة العامة:


$2CO_2 + 3H_2O \rightarrow C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2$ $\Delta H_r^\circ = +1560\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة فقط)


$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -1411\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة كما هي)


$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ $\Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة كما هي)

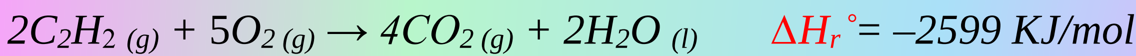

$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ $\therefore \Delta H_r^\circ = -137\ KJ/mol$

(موصل احيائي 2017 د1) / (احيائي 2018 د1)

احسب إنثالبي التكوين للإستلين C_2H_2 من عناصره الأساسية إذا أعطيت المعادلات الحرارية الآتية:


$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$


$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$


$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -2599\ KJ/mol$

الحـــل


$2C_{(gra)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)}$ (المعادلة الهدف) معادلة تكوين الإستلين من عناصره الاساسية

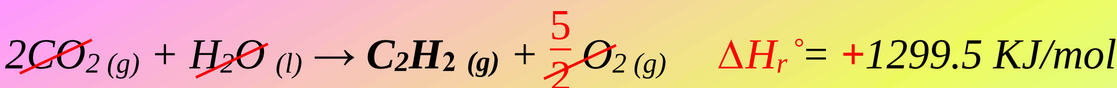

$C_{(gra)} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$ (تضرب المعادلة ×2)

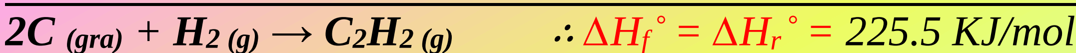
$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$ (تبقى المعادلة كما هي)


$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -2599\ KJ/mol$ (تقلب المعادلة و ÷ على 2)


$2C_{(gra)} + 2O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -788\ KJ/mol$

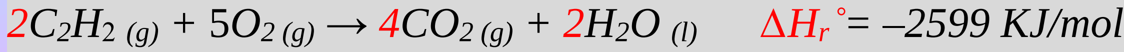

$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$


$2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +1299.5\ KJ/mol$


$2C_{(gra)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)}$ $\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = 225.5\ KJ/mol$

$\therefore \Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأن المتكون مول واحد من الإستلين من عناصره الأساسية بأثبت صورها.

او الحل بطريقة أخرى: بالاعتماد على معادلة احتراق الإستلين


$2C_2H_{2\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^\circ = -2599\ KJ/mol$

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\,\Delta H_f^\circ(CO_2) + n\,\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\,\Delta H_f^\circ(C_2H_2) + n\,\Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$-2599 = [(4 \times -394) + (2 \times -286)] - [2\Delta H_f^\circ(C_2H_2) + (0)]$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(C_2H_2) = \frac{-1576-572+2599}{2} = \frac{451}{2} = +225.5\ KJ/mol$$

(احيائي 2018 د2)

في التفاعل الغازي الاتي: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ ، احسـب $\Delta G_f^\circ{}_{(CO)}$ عند الظـروف القيـاسيـة $25\,^\circ C$ وضغط $1atm$، من المعلومات الاتية: $\Delta H_f^\circ{}_{(CO_2)} = -393.5\ KJ/mol$ ،$\Delta H_f^\circ{}_{(CO)} = -110.5\ KJ/mol$ ،$S^\circ{}_{(CO_2)} = 214 J/K.mol$ ،$S^\circ{}_{(CO)} = 198 J/K.mol$ ،$S^\circ{}_{(O_2)} = 205 J/K.mol$ ،$\Delta G_f^\circ{}_{(CO_2)} = -394 KJ/mol$

الحــل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -393.5)] - [(2 \times -110.5) + (0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -787 + 221 = -566\ KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum n\,\Delta S^\circ(P) - \sum n\,\Delta S^\circ(R)$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 214)] - [(2 \times 198) + (205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = 428 - [396 + 205] = 428 - 601 = -173\ J/K.mol$$

$$T(K) = {}^\circ C + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = -566 - (298 \times \frac{-173}{1000})$$

$\Delta G_r^\circ = -566 + 51.55 = -514.45\ KJ/mol$ (∵ الإشارة سالبة ∴ يجري التفاعل بصورة تلقائية)

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\,\Delta G_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta G_f^\circ(R)$$

$$\Delta G_r^\circ = [n\,\Delta G_f^\circ(CO_2)] - [n\,\Delta G_f^\circ(CO) + n\,\Delta G_f^\circ(O_2)]$$

$$-514.45 = [2 \times -394] - [2\Delta G_f^\circ(CO) + (0)]$$

$$\Delta G_f^\circ(CO) = \frac{-788+514.45}{2} = \frac{-273.55}{2} = -136.78\ KJ/mol$$

(تمهيدي احيائي 2018)

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $15g$ من $20\ ℃$ الى $33.3\ ℃$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205\ J$. احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم.

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 33.3 - 20 = 13.3\ ℃$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$

$$205\ J = \varsigma(J/g.℃) \times 15 \times 13.3 \Rightarrow \varsigma = \frac{205}{15\times13.3} = \frac{205}{199.5} = 1.027\ (J/g.℃)$$

(احيائي 2018 د2)

عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي $2.4 KJ/℃$ فإن درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار $0.12\ ℃$، احسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول.

الحل

$$\Delta H_r = q_p(KJ) = C(KJ/℃) \times \Delta T(℃) = 2.4 \times 0.12 = -0.288\ KJ$$

$$\Delta H_r(J) = -0.288\ \cancel{KJ} \times \frac{1000\ J}{1\ \cancel{KJ}} = -288\ J$$ (الإشارة سالبة بسبب ارتفاع الحرارة لأنه باعث للحرارة)

(خارج احيائي 2018 د1)

إذا علمت ان إنثالبي احتراق كل من غاز (C_3H_8) و (H_2) بوحدات (KJ/mol) هي على التوالي $(-2219$ ، $-286)$ وان: $C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}\ \ \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$، احسب إنثالبي تكوين غاز البروبان C_3H_8.

الحل

الطريقة الأولى: بالاعتماد على معادلة احتراق البروبان C_3H_8:



$$C_3H_{8\,(l)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2219\ KJ/mol$$

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\ \Delta H_f^\circ(P) - \sum n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [n\ \Delta H_f^\circ(CO_2) + n\ \Delta H_f^\circ(H_2O)] - [n\ \Delta H_f^\circ(C_3H_8) + n\ \Delta H_f^\circ(O_2)]$$

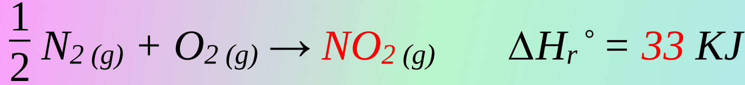
$$-2219 = [(3 \times -394) + (4 \times -286)] - [\Delta H_f^\circ(C_3H_8) + (0)]$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(C_3H_8) = -1182 - 1144 + 2219 = -107\ KJ/mol$$

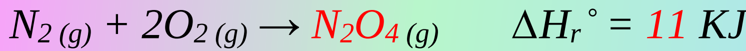
او الحل بطريقة قانون هيس: مذكور الحل في ص9

(خارج احيائي 2018 د2)

إذا أعطيت المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25\ ^\circ C$ وضغط $1\ atm$:

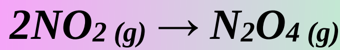


$$\frac{1}{2}N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow NO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 33\ KJ$$



$$N_{2\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow N_2O_{4\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 11\ KJ$$

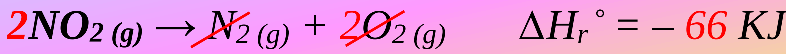
احسب ΔH_r° للتفاعل الآتي:



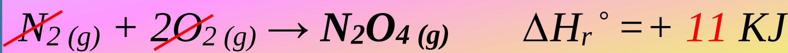
$$2NO_{2\,(g)} \rightarrow N_2O_{4\,(g)}$$

الحــل

الحل باستخدام قانون هيس: (المعادلة الأولى تقلب وتضرب $\times 2$) (المعادلة الثانية تبقى كما هي):



$$2NO_{2\,(g)} \rightarrow \cancel{N_2}_{(g)} + \cancel{2O_2}_{(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -66\ KJ$$



$$\cancel{N_2}_{(g)} + \cancel{2O_2}_{(g)} \rightarrow N_2O_{4\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = +11\ KJ$$



$$2NO_{2\,(g)} \rightarrow N_2O_{4\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -55\ KJ$$

(داخل وخارج القطر احيائي 2019 د1)

التفاعل الآتي: $CaCO_{3\,(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية، بيّن حسابياً بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند $(627\ ^\circ C)$ او $(927\ ^\circ C)$، إذا علمت ان ΔS_r° للتفاعل تساوي $160\ J/K.mol$ وان ΔH_f° بوحدة KJ/mol لكل من $CO_2 = -393.5$ و $CaO = -635$ و $CaCO_3 = -1207$.

خارج القطر احيائي 2019 د1: لم يذكر درجة الحرارة $627\ ^\circ C$

الحــل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\,\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\,\Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [-393.5 - 635] - [-1207] = [-1028.5] + [1207] = +178.5\ KJ/mol$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = \frac{160}{1000} = 0.16$$

❖ عند درجة $627\ ^\circ C$

$$T(K) = {}^\circ C + 273 = 627 + 273 = 900\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = 178.5 - (900 \times 0.16)$$

$\Delta G_r^\circ = 178.5 - 144 = 34.5\ KJ/mol$ (التفاعل غير تلقائي عند هذه الدرجة لأن الإشارة موجبة)

❖ عند درجة $927\ ^\circ C$

$$T(K) = {}^\circ C + 273 = 927 + 273 = 1200\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ = 178.5 - (1200 \times 0.16)$$

$\Delta G_r^\circ = 178.5 - 192 = -13.5\ KJ/mol$ (∴ التفاعل تلقائي عند هذه الدرجة لأن الإشارة سالبة)

(احيائي 2019 د3)

احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات KJ من $350g$ زئبق عند تبريدها من $80\ ℃$ الى $15\ ℃$، إذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق ($0.14\ J/g.℃$).

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 15 - 80 = -65\ ℃$$

$$q(J) = \varsigma(J/g.℃) \times m(g) \times \Delta T(℃)$$

$$q(J) = 0.14 \times 350 \times -65 \Rightarrow q(J) = -3185\ J$$

$$\therefore\ q(KJ) = \frac{2450}{1000} = -3.185\ KJ$$

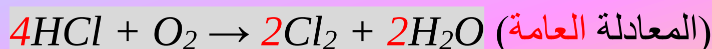
(نازحين 2017 د2)

احسب ΔH_r° للتفاعل الغازي الآتي: $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O$ من المعادلات الحرارية الغازية التالية عند درجة حرارة $25^\circ C$ وضغط $1atm$:


$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \quad \Delta H_r^\circ = -185\ KJ$


$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

الحل

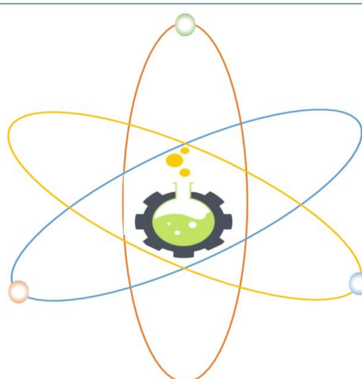

$4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O$ (المعادلة العامة)

الحل باستخدام طريقة قانون هيس: ترتب المعادلات الحرارية حسب المعادلة العامة (تقلب المعادلة الأولى وتضرب × 2) (المعادلة الثانية تبقى كما هي)


$4HCl \rightarrow \cancel{2H_2} + 2Cl_2 \quad \Delta H_r^\circ = +370\ KJ$


$\cancel{2H_2} + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ$


$4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O \quad \Delta H_r^\circ = -114\ KJ$



2 أسئلة متنوعة

(تمهيدي 2013 د1) / (تمهيدي تطبيقي 2017) / (نازحين 2016 د1)

عرّف النظام المفتوح

الحل

يسمى النظام مفتوحاً إذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط، مثال ذلك إناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي.

(2013 د1)

عرّف النظام المغلق

الحل

يكون النظام مغلقاً إذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط مع المحيط ولا تسمح بتغيير مادة النظام، مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي.

(2013 د1، نازحين 2014 د1، 2014 د3، 2015 د2، نازحين ت 2017 د1)

لا يتحلل الماء الى عناصره الأولية في الظروف الاعتيادية على وفق علاقة گبس؟

الحل

عملية تحلل الماء ماصة للحرارة $\Delta H = +$

تحول السائل إلى غاز يرافقها بالانتروبي زيادة $\Delta S = +$

العملية غير تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = +$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ = (+) - (+)$$

$$+ = + \quad -$$

∴ العملية غير تلقائية لأن الحد $T\Delta S < \Delta H$

(2013 د2، تمهيدي احيائي 2018، ح 2019 د2، خ ت 2017 د2)

عرّف دالة الحالة

الحل

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير.

(2013 د2، خارج 2013 د1، تطبيقي 2017 د2، خ. ح 2017 د2)

علل/ يذوب غاز ثنائي أوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة وفق علاقة گبس؟

الحـــل

عملية ذوبان غاز SO_2 باعثة للحرارة $\Delta H = -$
عملية ذوبان الغاز في الماء السائل يرافقها نقصان بالانتروبي $\Delta S = -$
العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = (-) - (-)$$
$$- = - \quad +$$

∴ العملية تلقائية لأن $T\Delta S < \Delta H$

(2013 د3، تمهيدي 2015، ت 2018 د1، ت 2019 د3، خاص 2014 د2، تمهيدي ح 2017، تمهيدي ح 2018، تمهيدي ح 2019)

علل/ عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية، وضّح ذلك وفق علاقة گبس.

الحـــل

عملية انصهار الجليد ماصة للحرارة $\Delta H = +$
تحول الجليد إلى سائل يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$
العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = (+) - (+)$$
$$- = + \quad -$$

∴ العملية تلقائية لأن الحد $\Delta H < T\Delta S$

(2013 د3) / (2014 د2)

تقسم الخواص العامة للمواد إلى .... و.............

الحـــل

الخواص الشاملة والخواص المركّزة

(تمهيدي 2014)

ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة علل ذلك في ضوء علاقة گبس؟

الحـــل

عملية ذوبان الملح ماصة للحرارة $\Delta H = +$
ذوبان الملح الصلب في الماء السائل يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$
العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = (+) - (+)$$
$$- = + \quad -$$

∴ العملية تلقائية لأن $\Delta H < T\Delta S$

(2014 د1، تطبيقي 2018 د1، خارج تطبيقي د2)

عرّف الحرارة النوعية

الحــل

يرمز لها بالرمز ς وتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها $(J/g.\ ^\circ C)$.

(2014 د1، خ تمهيدي 2015، خ 2016 د2، ح 2018 د1، خ. ح 2018 د2)

عملية انجماد الماء غير تلقائية في الظروف الاعتيادية، وضّح ذلك وفق علاقة گبس؟

الحــل

عملية انجماد الماء باعثة للحرارة $\Delta H = -$

تحول السائل إلى صلب يرافقها نقصان بالانتروبي $\Delta S = -$

العملية غير تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = +$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ = (-) - (-)$$

$$+ = - \quad +$$

∴ العملية غير تلقائية لأن الحد $\Delta H < T\Delta S$

(2014 د3) / (2016 د3)

تبريد غاز N_2 من $80\ ^\circ C$ الى $20\ ^\circ C$ يؤدي الى .... في التغيير بالانتروبي. (2014 د3)

تبريد غاز H_2 من $90\ ^\circ C$ الى $30\ ^\circ C$ يؤدي الى .... في الانتروبي. (2016 د3)

الحــل

يؤدي إلى نقصان في الانتروبي.

(2014 د3)

يكون النظام............ إذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط.

الحــل

النظام مفتوح

(خاص 2014 د2)

ان كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة هي: (الحرارة النوعية، الحرارة المنبعثة، السعة الحرارية)

الحــل

الحرارة النوعية

(تمهيدي 2015)

إذا كان إنثالبي تبخر الامونيا تساوي $23\ KJ/mol$ فأن إنثالبي التكثيف للأمونيا يساوي..........

الحل

$\Delta H_{Cond} = -23\ KJ/mol$

(2015 د2، 2016 د1، ت 2019 د2، ح 2017 د2، ح 2018 د3)

عرّف النظام المعزول

الحل

يعرف النظام المعزول بان حدوده لا تسمح بتبادل الطاقة ولا المادة مع المحيط، مثال ذلك الثرموس.

(2015 د3)

.... تشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام.

الحل

الخواص المركّزة

(خارج تمهيدي 2015) / (خارج احيائي 2017 د2)

عرّف السعة الحرارية

الحل

ويرمز لها بالرمز (C) وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة (m) مقدرة بالغرام من أي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها هي $(J/^{\circ}C)$.

(خارج 2015 د1)

علل/ ΔH_r° للتفاعل الغازي: $H_2 + F_2 \rightleftharpoons 2HF$ لا يساوي ΔH_f° لـ HF؟

الحل

وذلك لأن الناتج المتكون (HF) هو $(2mol)$ وليس مول واحد

(2016 د2)

ΔH_r° للتفاعل الغازي $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$ لا تساوي ΔH_f° لـ H_2O؟

الحل

وذلك لأن عدد مولات الناتج المتكون (H_2O) $2mol$ وليس مول واحد.

(خارج 2015 د1) / (خارج احيائي 2017 د1)

علل/ تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية وليس بالظروف الاعتيادية. وضّح ذلك على وفق علاقة گبس.

الحل



$2HgO_{(s)} \rightleftharpoons 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$

عملية تفكك $HgO_{(s)}$ ماصة للحرارة $\Delta H = +$

عملية التفكك يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$

العملية تلقائية عند درجات الحرارة العالية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- = (+) - (+)$$

$$- = + \quad -$$

∴ العملية تلقائية لأن الحد $\Delta H < T\Delta S$

(خارج 2015 د2، نازحين 2015 د1، تمهيدي 2016، ح 2017 د1، خ 2016 د1)

علل/ لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية؟ وضّح ذلك على ضوء علاقة گبس.

الحل



$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

عملية تفكك $CaCO_{3(s)}$ ماصة للحرارة $\Delta H = +$

عملية التفكك يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$

العملية غير تلقائية عند درجات الحرارة الاعتيادية $\Delta G = +$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ = (+) - (+)$$

$$+ = + \quad -$$

∴ العملية غير تلقائية لأن الحد $T\Delta S < \Delta H$

(نازحين 2015 د1)

تسخين غاز من $30\ ^\circ C$ إلى $90\ ^\circ C$ يؤدي إلى .... في الانتروبي

الحل

زيادة في الانتروبي

(نازحين 2015 د1) / (2016 د2) / (خارج تطبيقي 2017 د1)

عرّف قانون هيس

الحل

التغير في الانثالبي المصاحب لتحول المواد المتفاعلة الى نواتج هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات.

(خارج 2016 د2، ت 2017 د1، ت 2019 د3، ح 2017 د1)

عرّف الخواص الشاملة

الحل

وهي جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والحجم

(2016 د2، تطبيقي 2017 د2، تمهيدي ت 2018، نازحين 2017 د1)

ما الفرق بين الخواص الشاملة والخواص المركزة مع الأمثلة؟

الحـل

الخواص المركّزة	الخواص الشاملة
وتشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام.	تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام
مثل: الضغط، درجة الحرارة، الكثافة، الحرارة النوعية	مثل: الحجم، السعة الحرارية، الانثالبي، الانتروبي، الطاقة الحرة

(خارج 2016 د1، خ ت 2019 د1، خ ح 2018 د1، خ ح 2019 د1)

عرّف إنثالبي الاحتراق القياسية $\Delta H_C°$

الحـل

ويرمز لها بالرمز $\Delta H_C°$ وتعرف بأنها الحرارة المصاحبة من حرق مول واحد من أي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الأوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط.

(تطبيقي 2017 د2)

ان قيمة ΔS_{vap} لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي قيمة ثابتة، لذا تصبح المعادلة او علاقة تروتن كالآتي...

الحـل

$$\Delta S_{vap} = 85 = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

(خارج 2016 د3)

علل/ عملية تبخر الماء عملية تلقائية، وضّح ذلك على وفق علاقة گبس؟

الحـل

عملية تبخر الماء ماصة للحرارة $\Delta H = +$

تبخر الماء السائل الى غاز يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$

العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- = (+) - (+)$$

$$- = + \quad -$$

∴ العملية تلقائية لأن الحد $\Delta H < T\Delta S$

(تمهيدي تطبيقي 2017، 2019، ت 2017 د1)

علل/ يتجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بالظروف الاعتيادية وفق علاقة گبس.

الحـــل

عملية انجماد الماء باعثة للحرارة $\Delta H = -$

تحول السائل إلى صلب يرافقها نقصان بالانتروبي $\Delta S = -$

العملية تلقائية بدرجات الحرارة المنخفضة جداً $\Delta G = -$

(لكي تكون $\Delta G = -$ يجب ان يكون الحد ΔH أكبر من $T\Delta S$)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- = (-) - (-)$$

$$- = - \quad +$$

∴ العملية تلقائية عندما الحد $T\Delta S < \Delta H$

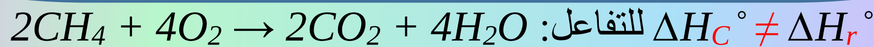
(تطبيقي 2017 د3)

عرّف الخواص المركزة

الحـــل

وتشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط و الكثافة ودرجة الحرارة.

(خارج تطبيقي 2017 د1)



$\Delta H_C^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ للتفاعل: $2CH_4 + 4O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$

الحـــل

وذلك لأن عدد مولات المادة المحترقة (CH_4) هي $(2mol)$ وليس مول واحد

(خارج تطبيقي 2017 د1)

إذا كان التفاعل............ وتصاحبه زيادة في الانتروبي فأنه يكون تلقائي في جميع درجات الحرارة

الحـــل

التفاعل باعث للحرارة $(-)$

(خارج تطبيقي 2017 د1)

ما الفرق بين النظام المفتوح والنظام المعزول؟ مع إعطاء مثال لكل منهما.

الحـــل

النظام المغلق	النظام المعزول
يكون النظام مغلقاً إذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط مع المحيط ولا تسمح بتغيير مادة النظام.	يعرف النظام المعزول بان حدوده لا تسمح بتبادل الطاقة ولا المادة مع المحيط.
مثل إناء معدني مغلق محتوى على ماء مغلي	مثال ذلك الثرموس

(خارج تطبيقي 2017 د2)

تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $T\Delta S > \Delta H$ لجعله تلقائي نقترح.......

الحـــل

نقترح رفع درجة الحرارة لكي يكون الحد $T\Delta S$ أكبر من ΔH

(نازحين تطبيقي 2017 د1)

تجمد كحول الاثيل يؤدي إلى .... في الانتروبي.

الحـــل

نقصان في الانتروبي

(نازحين تطبيقي 2017 د1)

$\Delta H_C^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ للتفاعل: $2C_{(gra)} + 2O_2 \rightarrow 2CO_2$

الحـــل

وذلك لأن عدد مولات المادة المحترقة (C_{gra}) تساوي $(2mol)$ وليس مول واحد

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

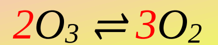
عرّف العمليات التلقائية

الحـــل

اي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي.

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

علل/ يتحلل الأوزون إلى الأوكسجين تلقائياً بالظروف الاعتيادية على ضوء علاقة گبس؟



$2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$

عملية تحلل الأوزون باعثة للحرارة $\Delta H = -$

الزيادة في عدد المولات يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$

العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- = (-) - (+)$$

$$- = - \quad -$$

∴ العملية تلقائية في جميع درجات الحرارة

(تمهيدي تطبيقي 2018)

عرّف علاقة تروتن

الحــل

لاحظ العالم تروتن ان قيمة ΔS_{vap} لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي قيمة ثابتة هي ($85\ J/K.mol$)
لذا تصبح المعادلة الاخيرة بالشكل الاتي:

$$\Delta S_{vap} = 85 = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

(تطبيقي 2018 د1)

علل/ يجب بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية؟

الحــل

والسبب في ذلك لأن كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل.

(تطبيقي 2018 د2) / (نازحين 2014 د1)

فسّر الثرموداينمك ظواهر عديدة مهمة، عدّدها

الحــل

1) سبب حدوث التفاعلات الكيميائية.
2) التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية عندما توجد مادة او أكثر تحت ظروف معينة.
3) حدوث بعض التفاعلات تلقائياً وأخرى لا تحدث ابداً بشكل تلقائي عند نفس الظروف.
4) سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات سواء في التفاعلات الكيميائية نفسها او في الوسط المحيط بها.

(تطبيقي 2018 د2) / (نازحين 2017 د2) / (تمهيدي احيائي 2018)

ما الفرق بين السعة الحرارية والحرارة النوعية؟ وما وحدات هاتين الكميتين؟

الحــل

السعة الحرارية	الحرارة النوعية
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة (m) مقدرة بالغرام (g) من أي مادة درجة سيليزية واحدة	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد ($1g$) من أي مادة درجة سيليزية واحدة
كتلة المادة غير محددة	كتلة المادة محددة ومقدارها غرام واحد
خاصية شاملة	خاصية مركزة
وحدتها $J/\ ^{\circ}C$	وحدتها $J/g.\ ^{\circ}C$

(تطبيقي 2018 د3)

علل/ تقود العمليات التي تجري في المحلول دائماً إلى زيادة في الانتروبي؟

الحــل

ان الزيادة في الانتروبي تحصل نتيجة عاملين هما:

1) عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب) 2) تفكك المركب الصلب إلى أيونات.

(ت 2017 د3، تمهيدي ت 2018، خ. ت 2018 د1، ت 2019 د1)

علل/ بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة؟

الحــل

عملية ذوبان الملح ماصة للحرارة $\Delta H = +$

ذوبان الملح الصلب يرافقها زيادة بالانتروبي $\Delta S = +$

العملية تلقائية بالظروف الاعتيادية $\Delta G = -$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- = (+) - (+)$$

$$- = + \quad -$$

∴ العملية تلقائية لأن الحد $\Delta H < T\Delta S$

(تمهيدي تطبيقي 2019)

املأ الفراغات/ ان قيمة ΔS_{vap} لأغلب السوائل عند درجة غليانها تساوي..........

الحــل

85 J/K.mol

(تمهيدي تطبيقي 2019)

عرّف القانون الأول للثرموداينمك

الحــل

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكلٍ الى آخر.

(تطبيقي 2019 د1)

كيف تتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية: 1) تكثيف بخار الماء 2) تسامي اليود الصلب

الحــل

1) تحول بخار الماء إلى سائل (تكثيف) يقلل من عشوائية النظام أي يؤدي إلى نقصان في الانتروبي

2) تسامي اليود الصلب أي تحوله من الطور الصلب إلى الطور الغازي يزيد من عشوائية النظام وبالتالي زيادة في الانتروبي

(تطبيقي 2019 د2)

ماذا نعني بدالة الحالة؟ اعطِ مثالاً على كميتين تعدان دالة حالة ومثال على دالة مسار

الحل

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير.

مثال على دالة الحالة: الانثالبي، الانتروبي، الطاقة الحرة

مثال على دالة مسار: الحرارة، الشغل.

(خارج تطبيقي 2019 د1، تمهيدي احيائي 2019، ح 2019 د3)

ما الفرق بين النظام المغلق والنظام المفتوح؟ مع إعطاء مثال لكل منهما.

الحل

النظام المغلق	النظام المفتوح
يكون النظام مغلقاً إذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط مع المحيط ولا تسمح بتغيير مادة النظام.	يسمى النظام مفتوحاً إذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط،
مثل إناء معدني مغلق محتوى على ماء مغلي	مثال ذلك إناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي.

(خارج تطبيقي 2019 د1) / (احيائي 2018 د2)

يزيد التسخين من انتروبي النظام (عشوائية النظام)، وضّح ذلك.

الحل

وذلك لأن التسخين يؤدي إلى زيادة الحركات الانتقالية والاهتزازية والدورانية للجزيئات، اضافة لذلك، بزيادة درجة الحرارة، تزداد انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية. وعليه فإن التسخين يزيد من عشوائية النظام لذا تزداد انتروبي النظام

(تمهيدي احيائي 2017)

تنبأ فيما إذا كان التغير بالانتروبي أكبر او أصغر من الصفر للعمليات الاتية:

1) تبريد غاز H_2 من $85\ ℃$ إلى $25\ ℃$.

2) ذوبان الكلوكوز في الماء.

الحل

1) التبريد يؤدي إلى نقصان بالانتروبي وتصبح اقل من الصفر

2) الذوبان يؤدي إلى زيادة العشوائية أي زيادة الانتروبي فتصبح أكبر من الصفر

(تمهيدي احيائي 2017) / (احيائي 2017 د3)

ΔH_r° للتفاعل الاتي: $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$ لا تساوي ΔH_C° للألمنيوم ولا تساوي ΔH_f° لـ Al_2O_3؟

الحل

وذلك لأن عدد مولات الألمنيوم Al المحترقة تساوي $4\ mol$ وليس مول واحد

اما عدد مولات Al_2O_3 المتكونة $(2\ mol)$ وليس مول واحد

(احيائي 2017 د2)

علل/ تكون قيمة ΔS لتسامي المواد الصلبة أكبر من الصفر؟

الحل

وذلك لأن عملية التسامي تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية أي تحول من الانتظام إلى اللاانتظام (العشوائية أكبر) لذلك تكون قيمة ΔS أكبر من الصفر.

(احيائي 2017 د3)

إذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير كمية مادة النظام يدعى النظام بـ..........

الحل

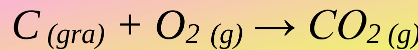
النظام المغلق

(خارج احيائي 2017 د2) / (احيائي 2019 د2)

متى يكون $\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ$؟ بيّن ذلك مع مثال.

الحل

❖ عندما يتحقق شرطي ΔH_r° و ΔH_f° بتكوين مول واحد من المادة الناتجة من عناصره الأساسية وبأثبت صورها، مثال:



$$C_{(gra)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$$

قيمة ΔH_r° = قيمة ΔH_f° لـ CO_2

(نازحين 2017 د1)

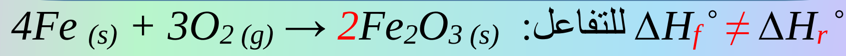
انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر عملية.........

الحل

عملية تلقائية

(نازحين 2017 د1)

$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$:للتفاعل $\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$



الحل

وذلك لأن عدد مولات Fe_2O_3 المتكونة تساوي $2mol$ وليس مول واحد.

(نازحين احيائي 2017 د2)

عرّف ΔH_f°

الحل

وهي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة بأثبت صورها في حالتها القياسية في الظروف القياسية $25\,^\circ C$ وضغط $1atm$.

(تمهيدي احيائي 2017)

إن عملية تكثيف بخار الماء يؤدي إلى........... في انتروبي النظام.

الحل

نقصان في انتروبي النظام

(تمهيدي احيائي 2017)

عدد أنواع النظام مع مثال لكل نوع.

الحل

1) النظام المفتوح: مثال ذلك، إناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي.
2) النظام المغلق: مثال ذلك، إناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي.
3) النظام المعزول: مثال ذلك، الثرموس.

(احيائي 2018 د1)

تبخر سائل البروم يؤدي إلى......... في الانتروبي

الحل

زيادة في الانتروبي

(احيائي 2018 د2)

إذا كانت حدود النظام لا تسمح بتبادل المادة والطاقة يسمى النظام (مفتوح، مغلق، معزول).

الحل

النظام المعزول

(احيائي 2018 د3)

تسامي اليود الصلب يؤدي إلى............. بالانتروبي.

الحــــل

زيادة بالانتروبي

(احيائي 2019 د1)

علل/ في عملية تجميد كحول الاثيل يكون التغير في الانتروبي أصغر من الصفر $(\Delta S<0)$.

الحــــل

لأن عمليـــة انجمــاد الكحــول تحــول السـائل إلــى صـلب أي تحــول النظــام مــن العشــوائية إلــى اقـل عشوائية (أكثر انتظاماً) وهذا يسبب انخفاض الانتروبي $\Delta S = -$ او $\Delta S < 0$.

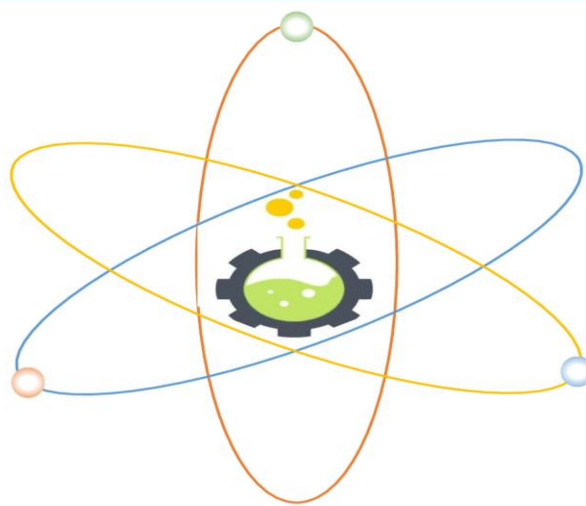
(احيائي 2019 د1)

ما حرارة الاحتراق القياسية؟ وما الشرط الأساسي لتساوي إنثالبي التفاعل القياسية وإنثالبي الاحتراق القياسية؟

الحــــل

ويرمــز لهــا بــالرمز ΔH_C° وتعــرف بأنهــا الحـرارة المصــاحبة مــن حــرق مــول واحـد مــن اي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الأوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط.

الشرط الأساسي لـ $\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_C^{\circ}$ هو حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الأوكسجين.



الاتزان الكيميائي

الأسئلة و الأجوبة النموذجية الوزارية

للأعوام (2013 – 2019)

السادس العلمي

داخل القطر

خارج القطر

نازحيـــن



اعداد الأستاذ

عمر قصي التويجري

ماجستير علوم كيمياء

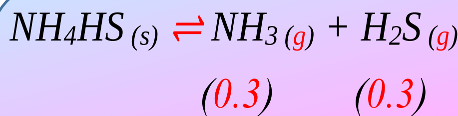
07804277116

1 المسائل

(تمهيدي 2013) / (2015 د2)

التفاعل المتوازن الاتي بدرجة $300K$: $NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجد ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.3\ atm$، احسب K_C، K_p.
2015 د2: الضغوط الجزئية عند الاتزان تساوي $0.4\ atm$.

الحل



$$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$$

$$(0.3) \qquad (0.3)$$

$$K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = (0.3 \times 0.3) = 0.09$$

$$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = (2 - 0) = 2$$

$$K_C = K_p (RT)^{-\Delta n_g} = (0.09)(0.082 \times 300)^{-2} = \frac{0.09}{(0.082\times300)^2} = \frac{0.09}{605.16} \simeq 1.5 \times 10^{-4}$$

(2013 د1، 2014 د2)

عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة حرارة $240\ ^\circ C$ في اناء مغلق حجمه $1\ L$، يتحلل حسب التفاعل الغازي: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$، وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.64\ atm$، احسب: 1) الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان 2) ثابت الاتزان K_C للتفاعل.

الحل

$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

$2NOCl$	$2NO$	Cl_2	
y	0	0	الضغوط الابتدائية
$-2x$	$+2x$	$+x$	التغيير في الضغوط
$y - 2x$	$2x$	x	الضغوط عند الاتزان



$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2} \Longrightarrow 1 = 0.64 + 2x + x \Longrightarrow 3x = 1 - 0.64 = 0.36$$

$$\therefore x = \frac{0.36}{3} = 0.12\ atm$$

$$\therefore P_{Cl_2} = x = 0.12\ atm, \qquad \therefore P_{NO} = 2x = 2 \times 0.12 = 0.24\ atm$$

$$K_P = \frac{P_{NO}{}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}{}^2} = \frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.64)^2} = \frac{(0.0576)\times(0.12)}{0.4} = \frac{0.007}{0.4} = 0.017$$

$\Delta n_g = \sum n_g (P) - \sum n_g (R) = 3 - 2 = 1$

$T (K) = {}^\circ C + 273 = 240 + 273 = 513\ K$

$K_C = K_p (RT)^{-\Delta n_g} = 0.017\ (0.082 \times 513)^{-1} = \frac{0.017}{(0.082 \times 513)} = \frac{0.017}{42} = 4 \times 10^{-4}$

(2013 د2، احيائي 2018 د3، خاص 2014 د3، نازحين 2016 د1)

وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه $(1L)$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.2mol$ حسب التفاعل الاتي: $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لإناء آخر حجمه $(1L)$ الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات $(2\ mol)$ لكل منهما؟

(احيائي 2018 د3): عدد مولات غازي البروم والهيدروجين في الإناء الثاني $0.2\ mol$ الجواب: $0.24\ M$

الحل



$\because V = 1L \therefore n = M$

	$2HBr$	$\rightleftharpoons$	H_2	+	Br_2
التراكيز الابتدائية	1		0		0
التغيير في التراكيز	$-2x$		$+x$		$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1-2x$		x		x

$\therefore [Br_{2\,المتكون}] = x = 0.2\ M$

$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.2\ M$

$\therefore [HBr] = 1 - 2(0.2) = 1 - 0.4 \Longrightarrow [HBr] = 0.6\ M$

$\therefore K_C = \frac{[H_2]\times[Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{0.2\times0.2}{(0.6)^2} = \frac{0.04}{0.36} = \frac{1}{9}$



(تفاعل الإناء الثاني عكس التفاعل الأول)

$\because V = 1L \therefore n = M$

	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	2		2		0
التغيير في التراكيز	$-x$		$-x$		$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$2-x$		$2-x$		$2x$

$\therefore K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9 \Longrightarrow K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Longrightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 3 = \frac{2x}{2-x}$

$\Longrightarrow 6 - 3x = 2x \Longrightarrow 2x + 3x = 6 \Longrightarrow 5x = 6 \Longrightarrow x = \frac{6}{5} = 1.2\ M$

$\therefore [HBr] = 2x = 2 \times 1.2 = 2.4\ M$

(2013 د3)

التفاعل الغازي الباعث للحرارة $Br_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$، وفي إناء التفاعل حجمه $1L$، وضعت مولات متساوية من H_2 وBr_2 وضعفها من (HBr) فوجد ان حرارة الإناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد الإناء يحتوي على $1mol$ من HBr و$2mol$ من كل من H_2 وBr_2، احسب: 1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل. 2) K_C للتفاعل.

الحــل

$\because V = 1L \therefore n = M$



$$2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$$

	$2HBr$	H_2	Br_2
التراكيز الابتدائية	$2y$	y	y
التغيير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$2y-2x$	$y+x$	$y+x$
	$1\ mol$	$2\ mol$	$2\ mol$

$\because$ حرارة الإناء ارتفعت والتفاعل باعث للحرارة $\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي.

❖ ويمكن الحل بدلالة x

$\therefore [H_2] = [Br_2] = y + x \implies y + x = 2 \implies y = 2 - x$

$\therefore [HBr] = 2y - 2x \implies 2y - 2x = 1 \implies 2(2-x) - 2x = 1 \implies 4 - 2x - 2x = 1$

$\therefore 4x = 4 - 1 = 3 \implies x = \frac{3}{4} = 0.75\ M$

$\therefore [H_2] = [Br_2] = y + x \implies y + 0.75 = 2 \implies y = 2 - 0.75 = 1.25\ M$

$\therefore [HBr] = 2y = 2 \times 1.25 = 2.5\ M$

❖ التراكيز عند الاتزان

$$\therefore K_C = \frac{[H_2]\times[Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{2\times2}{(1)^2} = \frac{4}{1} = 4$$

(2014 د1) / (2015 د1))

تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f له 0.0848 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b له 0.02 فإن ثابت الاتزان K_{eq} له يساوي .... (2014 د1)

تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له 0.036 وثابت سرعة التفاعل الخلفي له 0.009 فإن ثابت الاتزان له .... (2015 د1)

الحــل

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.0848}{0.02} = 4.24 \quad \text{(2014 د1)}$$

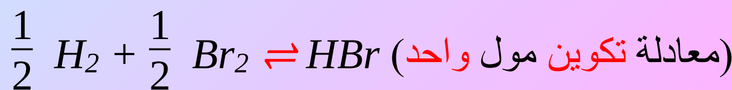
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.036}{0.009} = 4 \quad \text{(2015 د1)}$$

(خارج 2013 د1) / (نازحين 2015 د1)

في التفاعل الغازي الاتي $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ وفي إناء حجمه $2L$ سخن $1.4mol$ من مزيج الغازات HBr و H_2 و Br_2 بدرجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل إلى حالة الاتزان، فإذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 و Br_2 بدلالة الضغوط الجزئية $(K_p=1/4)$ فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية عند الاتزان؟

(نازحين 2015 د1): في إناء حجمه $1L$ سخن $0.7\ mol$ من مزيج الغازات HBr و H_2 و Br_2

الحــل



$\frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} Br_2 \rightleftharpoons HBr$ (معادلة تكوين مول واحد)

حيث ان $K_P = K_C$ لأن Δn_g يساوي $(0) \Leftarrow$ $K_C = \frac{1}{4} =$

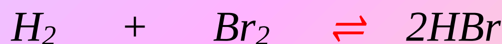
وبالاعتماد على المعادلة: $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فإن $K_{C_2} = (K_{C_1})^2$ لأنها ضعف المعادلة الأولى

$$\therefore K_{C_2} = (\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16}$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{1.4}{2} = 0.7M$$

لتحديد اتجاه التفاعل نجد Q

$$\therefore Q = \frac{[0.7]^2}{[0.7]^2} = 1 \Rightarrow Q > K_C$$ (وهذا يعني ان اتجاه التفاعل خلفي)



	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.7		0.7		0.7
التغيير في التراكيز	$+x$		$+x$		$-2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.7 + x$		$0.7 + x$		$0.7 - 2x$

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{(0.7-2x)^2}{(0.7+x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} \frac{1}{4} = \frac{0.7-2x}{0.7+x} \Rightarrow 2.8 - 8x = 0.7 + x$$

$$\Rightarrow 2.8 - 0.7 = x + 8x \Rightarrow 2.1 = 9x \therefore x = \frac{2.1}{9} = 0.233\ M$$

$$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.7 + 0.233 = 0.933\ M$$

$$\therefore [HBr] = 0.7 - 2x = 0.7 - 2(0.233) = 0.7 - 0.466 = 0.234\ M$$

ولإيجاد عدد المولات للمواد الناتجة والمتبقية عند الاتزان:

$$n\ (mol) = M(mol) \times V(L)$$

$$n\ (H_2) = n\ (Br_2) = 0.933 \times 2 = 1.866\ mol$$

$$n\ (HBr) = 0.234 \times 2 = 0.468\ mol$$

(تمهيدي 2014)

التفاعل الغازي الاتي: $PCl_3 + Cl_2 \leftrightharpoons PCl_5$ وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الإناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي $(1atm)$، فاذا علمت ان K_p للتفاعل يساوي $\frac{1}{6}$ ، فما ضغطي غازي Cl_2، PCl_3 في بداية التفاعل؟

الحل



PCl_3	Cl_2	PCl_5	
$2y$	y	0	الضغوط الابتدائية
$-x$	$-x$	$+x$	التغيير في الضغوط
$2y - x$	$y - x$	x	الضغوط عند الاتزان

او يمكن الحل بدلالة x

$\therefore P_{Cl_2} = y - x = 1 \Rightarrow y = 1 + x$

$\therefore P_{PCl_3} = 2y - x \Rightarrow 2(1 + x) - x = 2 + 2x - x \Rightarrow P_{PCl_3} = 2 + x$

$$K_P = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{x}{(2+x)\times 1} \Rightarrow 6x = 2 + x \Rightarrow 6x - x = 2$$

$$5x = 2 \Rightarrow x = \frac{2}{5} = 0.4\ atm$$

$\therefore P_{Cl_2} = y - x = 1 \Rightarrow y - 0.4 = 1 \Rightarrow y = 1 + 0.4 \quad \therefore y = 1.4\ atm$ (الضغط الابتدائي)

$\therefore P_{PCl_3} = 2y = 2 \times 1.4 = 2.8\ atm$ (الضغط الابتدائي)

(2014 د1)

إذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 إلى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة $27\,^{\circ}C$ وضغط $1\ atm$ وفي إناء حجمه لتر واحد، احسب قيمة K_p للتفاعل.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$

$x = \frac{20}{100} = 0.2\ M$ (المتفكك)



N_2O_4	$2NO_2$
$1M$	0
$-x$	$+2x$
$1 - x$	$2x$
⇓	⇓
0.8	0.4

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.4)^2}{(0.8)} = \frac{0.16}{0.8} = 0.2$$

$\Delta n_g = \sum n_g\,(P) - \sum n_g\,(R) = 2 - 1 = 1$

$K_P = K_C\,(RT)^{+\Delta n_g} = 0.2\,(0.082 \times 300)$

$\therefore K_P = 4.92$

(2014 د3)

للتفاعل الغازي: $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$، وضع في إناء حجمه $2L$ من CO_2 $1.6\ mol$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت، احسب K_C.

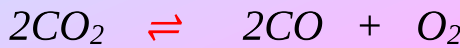
الحـــل

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{1.6}{2} = 0.8\ M$$

	$2CO_2$	$\rightleftharpoons$	$2CO$	+	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8		0		0
التغيير في التراكيز	$-2x$		$+2x$		$+x$
التراكيز عند الاتزان	$0.8-2x$		$2x$		x

$$\therefore [CO_{2\ \text{المتفكك}}] = 2x = \frac{1}{2} \times 0.8 = 0.4M$$

$$\therefore x = \frac{0.4}{2} = 0.2\ M$$



$[CO_2] = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.2) \Rightarrow [CO_2] = 0.4\ M$

$\therefore [CO] = 2x = 2 \times 0.2 = 0.4\ M$ $\qquad \therefore [O_2] = x = 0.2\ M$

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

(خاص 2014 د2)

للتفاعل المتزن الغازي: $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25\ ℃$ يحتوي على $[SO_3] = 0.002M$ و $[SO_2] = 0.08M$ و $[O_2] = 0.01M$ وعند تبريد التفاعل إلى $10\ ℃$ وجد ان K_C للتفاعل يساوي 4، بيّن هل ان التفاعل باعث ام ماص للحرارة؟ ولماذا.

الحـــل

$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

في درجة حرارة $25\ ℃$

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = \frac{64\times10^{-6}}{4\times10^{-6}} = 16$$



نلاحظ انه بعد تبريد التفاعل ان قيمة K_C اصبحت 4، أي ان قيمته قلت. اذن اتجه التفاعل نحو الخلف وبما اننا نعلم عند تبريد التفاعل فأنه يتجه نحو الباعث، أي ان الخلفي باعث والامامي ماص لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

(خاص 2014 د2)

ان قيمة K_P للتفاعل الغازي: $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ تساوي 4 فإن K_P للتفاعل الغازي: $NH_3 \rightleftharpoons 3/2H_2 + ½N_2$ هي

الحـــل

$\because$ التفاعل الأول عكس وضعف التفاعل الثاني لذلك K_{C_2} تساوي:

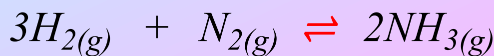
$$K_{C_2} = \frac{1}{\sqrt{K_{C_1}}} = \frac{1}{\sqrt{4}} \Rightarrow K_{C_2} = \frac{1}{2}$$

(تمهيدي 2015، ت 2017 د3، ت 2019 د3، تمهيدي ح 2017)

في التفاعل الغازي الآتي: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$، وضعت مولات مختلفة من H_2 و N_2 في إناء سعته لتر وعند الوصول التفاعل الى حالة الاتزان، وجد انَّ ما تبقى من N_2 يساوي $0.2\ mol$ وما استهلك من H_2 يساوي $0.3\ mol$، ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل؟ علماً ان ثابت الاتزان K_C للتفاعل يساوي (200)؟

الحــل

$\because V = 1L \therefore n = M$



$3H_{2(g)}$	$N_{2(g)}$	$2NH_{3(g)}$	
a	b	0	التراكيز الابتدائية
$-3x$	$-x$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$a-3x$	$b-x$	$2x$	التراكيز عند الاتزان
$a-0.3$	0.2	0.2	

$\therefore [H_{2\,(المستهلك)}] = 3x$

$\therefore 3x = 0.3 \Longrightarrow x = \frac{0.3}{3} = 0.1M$

$\therefore b - 0.1 = 0.2 \Longrightarrow b = 0.2 + 0.1 \therefore b = 0.3\ M\ (mol)$ (عدد المولات N_2 قبل بدء التفاعل)

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Longrightarrow 200 = \frac{(0.2)^2}{(a-0.3)^3(0.2)} \Longrightarrow (a-0.3)^3 = \frac{0.2}{200} = \frac{1}{1000}$$

$$\therefore (a-0.3)^3 = 10^{-3} \xrightarrow{\text{بالجذر التكعيبي}} a - 0.3 = 0.1 \Longrightarrow a = 0.1 + 0.3 = 0.4\ mol$$

عدد مولات H_2 قبل بدء التفاعل

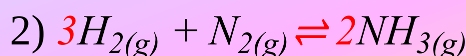
(2015 د1)

التفاعل الغازي $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان له يساوي (9): 1) هل ان مزيج مكون من $2mol$ من كل من الغازات N_2، H_2، NH_3 في وعاء مغلق حجمه $1L$ يمثل حالة اتزان؟ ولماذا؟ 2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الإناء اللازم لجعله متزناً؟

الحــل

$$1)\ 3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \Longrightarrow Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$\because Q \neq K_c$ ($\therefore$ التفاعل غير متزن)



$2)\ 3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Longrightarrow 9 = \frac{\left[\frac{2}{V}\right]^2}{\left[\frac{2}{V}\right]^3\left[\frac{2}{V}\right]} \Longrightarrow 9 = \frac{1}{\left[\frac{2}{V}\right]^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 3 = \frac{1}{\frac{2}{V}} \Longrightarrow 3 = \frac{V}{2} \quad \therefore V = 6\ L$$

(2015 د3) / (احيائي 2018 د1)

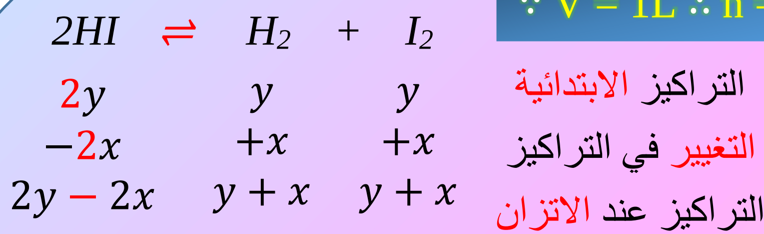
التفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$، وفي إناء التفاعل حجمه $1L$، وضعت مولات متساوية من H_2 وI_2 وضعفها من (HI) فوجد ان حرارة الإناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد الإناء يحتوي على $3\ mol$ من HI و$4\ mol$ من كل من H_2 وI_2، احسب: 1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل. 2) K_C للتفاعل.

(احيائي 2018 د1): ووجد الإناء يحتوي على $1\ mol$ من HI و$2\ mol$ من كل من H_2 وI_2

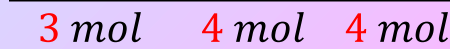
الحـــل

$\because V = 1L \therefore n = M$

∵ حرارة الإناء ارتفعت والتفاعل باعث للحرارة
∴ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي.



	$2HI$	$\rightleftharpoons$	H_2	+	I_2
التراكيز الابتدائية	$2y$		y		y
التغيير في التراكيز	$-2x$		$+x$		$+x$
التراكيز عند الاتزان	$2y-2x$		$y+x$		$y+x$



$3\ mol \quad 4\ mol \quad 4\ mol$

ويمكن الحل بدلالة x

$\therefore [H_2] = [I_2] = y + x \Rightarrow y + x = 4 \Rightarrow y = 4 - x$

$\therefore [HI] = 2y - 2x = 3 \Rightarrow 2y - 2x = 3 \Rightarrow 2(4 - x) - 2x = 3 \Rightarrow 8 - 2x - 2x = 3$

$\therefore 4x = 8 - 3 = 5 \Rightarrow x = \frac{5}{4} = 1.25\ M$

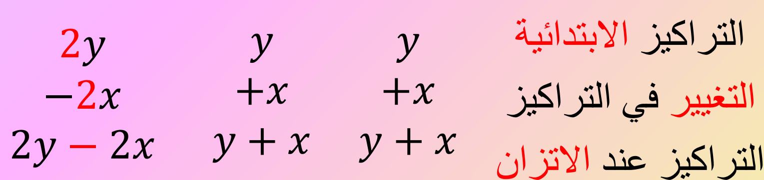
$\therefore [H_2] = [I_2] = y + x = 4 \Rightarrow y + 1.25 = 4 \Rightarrow y = 4 - 1.25 = 2.75\ M$

$\therefore [HI] = 2y = 2 \times 2.75 = 5.5\ M$

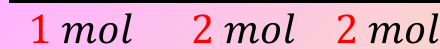
$\therefore K_C = \frac{[H_2]\times[I_2]}{[HI]^2} = \frac{4\times4}{(3)^2} = \frac{16}{9} = 1.78$

(الاحيائي 2018 د1)





	$2HI$	$\rightleftharpoons$	H_2	+	I_2
التراكيز الابتدائية	$2y$		y		y
التغيير في التراكيز	$-2x$		$+x$		$+x$
التراكيز عند الاتزان	$2y-2x$		$y+x$		$y+x$



$1\ mol \quad 2\ mol \quad 2\ mol$

الحل بدلالة x

$\therefore [H_2] = [I_2] = y + x \Rightarrow y + x = 2 \Rightarrow x = 2 - y$

$\therefore [HI] = 2y - 2x = 1 \Rightarrow 2y - 2(2 - y) = 1 \Rightarrow 2y - 4 + 2y = 1$

$\therefore 4y = 1 + 4 = 5 \Rightarrow y = \frac{5}{4} = 1.25\ M$

عدد المولات قبل بدء التفاعل

$\therefore [H_2] = [I_2] = 1.25\ M\ (mol)$

$\therefore [HI] = 2y = 2 \times 1.25 = 2.5\ M\ (mol)$

$\therefore K_C = \frac{[H_2]\times[I_2]}{[HI]^2} = \frac{2\times2}{(1)^2} = \frac{4}{1} = 4$

(تمهيدي خارج 2015) / (احيائي 2017 د3) / (خارج 2015 د2)

للتفاعل المتزن الغازي $CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$ وفي إناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من H_2 و CO_2 وبدرجة حرارة $2000K$ وصــل التفاعل إلى حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي $(3\ mol)$، ما تراكيز خليط الاتزان؟ علماً ان ثابت الاتزان $K_C=4$.

الحـــل

$\because V = 1L \therefore n = M$



	CO_2	H_2	CO	H_2O
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغيير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y-x$	$y-x$	x	x

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$

$$3 = (y-x) + (y-x) + x + x \Rightarrow 2y = 3 \Rightarrow y = \frac{3}{2} = 1.5\ mol$$

$$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 2 = \frac{x}{1.5-x} \Rightarrow 3 - 2x = x \Rightarrow 3x = 3$$

$$\therefore x = \frac{3}{3} = 1\ M$$

$$\therefore [CO_2] = [H_2] = (y-x) = (1.5-1) = 0.5\ M(mol)$$

$$\therefore [CO] = [H_2O] = x = 1\ M(mol)$$

(نازحين 2015 د1) / (تطبيقي 2017 د1)

تفاعل متزن فيه ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 وثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.084 احسب ثابت الاتزان K_{eq} له. (نازحين 2015 د1)

تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له 0.081 وثابت سرعة التفاعل الخلفي له 0.009 فإن ثابت الاتزان له .... (تطبيقي 2017 د1)

الحـــل

$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.084}{0.02} = 4.2$ (نازحين 2015 د1)

$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.081}{0.009} = 9$ (تطبيقي 2017 د1)

(خارج 2015 د1)

التفاعل الغازي الآتي: $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ وفي إناء حجمه لتر واحد وضع $0.2\ mol$ من كل من H_2 وBr_2 مع كمية من HBr وفي درجة $25\ ^\circ C$ وصل التفاعل إلى حالة الاتزان حيث وجد ان عدد مولات HBr انخفضت بمقدار $0.2mol$، احسب عدد مولات HBr التي وضعت في الإناء علماً ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية $K_P = 4$.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$



H_2	$+$	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$	
0.2		0.2		y	التراكيز الابتدائية
$+x$		$+x$		$-2x$	التغيير في التراكيز
$0.2 + x$		$0.2 + x$		$y - 2x$	التراكيز عند الاتزان

$\because$ عدد مولات HBr انخفضت

$\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي

عدد مولات HBr التي انخفضت (المستهلكة) تساوي $2x = 0.2\ mol$

$2x = 0.2\ M \Rightarrow x = \frac{0.2}{2} = 0.1\ M$

$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.2 + x = 0.2 + 0.1 = 0.3\ M$

$\therefore [HBr] = y - 2x = y - 0.2$

$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = (2-2) = 0 \qquad \therefore K_P = K_C$

$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Rightarrow 4 = \frac{(y-0.2)^2}{0.3\times0.3} \Rightarrow 0.36 = (y-0.2)^2 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 0.6 = y - 0.2$

$\therefore y = 0.6 + 0.2 = 0.8\ M\ (mol)\ (HBr)$ عدد المولات قبل بدء التفاعل

(تمهيدي 2016)

في احدى التجارب العملية ادخل $0.625\ mol$ من N_2O_4 في وعاء سعته $5L$ فتفكك الغاز حسب المعادلة الآتية وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي $0.025 mol/L$، احسب K_C. $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

الحل

$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.625}{5} = 0.125\ M$



$N_2O_{4(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
0.125	0
$-x$	$+2x$
$0.125 - x$	$2x$

$\Rightarrow$

$[N_2O_4] = 0.125 - x = 0.025$

$\therefore x = 0.125 - 0.025 = 0.1\ M$

$[NO_2] = 2x = 2 \times 0.1 = 0.2\ M$

$K_C = \frac{(NO_2)^2}{(N_2O_4)} = \frac{(0.2)^2}{0.025} = \frac{0.04}{0.025} = 1.6$

(2016 د1)

للتفاعل المتزن الغازي: $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $27\,°C$ يحتوي على $[SO_3] = 0.003M$ و $[SO_2] = 0.06M$ و $[O_2] = 0.02M$ وعند تبريد التفاعل إلى $12\,°C$ وجد ان K_C للتفاعل يساوي 2، بيّن هل ان التفاعل باعث ام ماص للحرارة؟ ولماذا.

الحــل



في درجة حرارة 27°C

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.06)^2(0.02)}{(0.003)^2} = \frac{72 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-6}} = 8$$

نلاحظ انه بعد تبريد التفاعل ان قيمة K_C اصبحت 2، أي ان قيمته قلت. اذن اتجه التفاعل نحو الخلف وبما اننا نعلم عند تبريد التفاعل فأنه يتجه نحو الباعث، أي ان الخلفي باعث والامامي ماص لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

(2016 د1) / (ح 2019 د3) / (تمهيدي ح 2019) / (خ 2015 د2)

تفاعل ما متزن، ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي (3.2) وثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي (0.064)، فإن ثابت سرعة التفاعل الخلفي (K_b) له يساوي........ (2016 د1)

تفاعل متزن ثابت الاتزان له 5.5 وثابت سرعة التفاعل الأمامي K_f يساوي 0.19 فإن ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b له يساوي......... (احيائي 2019 د3)

تفاعل ما متزن، ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي (4.4) وثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي (0.022)، احسب ثابت سرعة التفاعل الخلفي (K_b). (تمهيدي احيائي 2019)

تفاعل متزن ما، ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي (4.24) وثابت سرعة التفاعل الخلفي (K_b) يساوي (0.02)، فإن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f له يساوي........ (خارج 2015 د2)

الحــل

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 3.2 = \frac{0.064}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.064}{3.2} = 0.02$$ (2016 د1)

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 5.5 = \frac{0.19}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.19}{5.5} = 0.034$$ (احيائي 2019 د3)

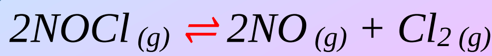
$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 4.4 = \frac{0.022}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{0.022}{4.4} = 0.005$$ (تمهيدي احيائي 2019)

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow 4.24 = \frac{K_f}{0.02} \Rightarrow K_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848$$ (خارج 2015 د2)

(2016 د2)

عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة $227\,^{\circ}C$ في اناء مغلق حجمه $1L$، يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$، وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $0.9atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.54atm$، احسب: 1) الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان 2) ثابت الاتزان K_C للتفاعل.

الحل



$2NOCl_{(g)}$	$2NO_{(g)}$	$Cl_{2(g)}$	
y	0	0	الضغوط الابتدائية
$-2x$	$+2x$	$+x$	التغيير في الضغوط
$y-2x$	$2x$	x	الضغوط عند الاتزان

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2} \Longrightarrow 0.9 = 0.54 + 2x + x \Longrightarrow 3x = 0.9 - 0.54 = 0.36$$

$$\therefore x = \frac{0.36}{3} = 0.12\ atm$$

$$\therefore P_{Cl_2} = x = 0.12\ atm, \qquad \therefore P_{NO} = 2x = 2 \times 0.12 = 0.24\ atm$$

$$K_P = \frac{P_{NO}{}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}{}^2} = \frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.54)^2} = \frac{(0.0576)\times(0.12)}{0.3} = \frac{0.007}{0.3} = 0.023$$

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(P) - \sum n_g\,(R) = 3 - 2 = 1$$

$$T\,(K) = {}^{\circ}C + 273 = 227 + 273 = 500\ K$$

$$K_C = K_p\,(RT)^{-\Delta n_g} = 0.023\,(0.082 \times 500)^{-1} = \frac{0.023}{(0.082\times500)} = \frac{0.023}{41} = 5.6 \times 10^{-4}$$

(تطبيقي 2017 د2)

التفاعل الغازي المتزن: $N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$، كانت تراكيز الاتزان كما في التجارب التالية في الجدول:

N_2O_4 mol/L	NO_2 mol/L	℃
0.02	0.8	27
0.2	0.6	127

احسب K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة، ثمّ بيّن هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة؟

الحل

$$K_{C_1} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.8)^2}{0.02} = \frac{0.64}{0.02} = 32 \text{ at } 27^{\circ}C$$

$$K_{C_2} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.6)^2}{0.2} = \frac{0.36}{0.2} = 1.8 \text{ at } 127^{\circ}C$$

∴ التفاعل باعث للحرارة لأنه عندما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت قيمة K_C

(2016 د3)

وضع $2mol$ من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه $(2L)$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكوّن من غاز البروم $0.4\ mol$ حسـب التفاعل الاتي: $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لإناء آخر حجمه $(2L)$ الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات $(2\ mol)$ لكل منهما؟

الحـــل

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} \Longrightarrow M_{HBr} = \frac{2\ mol}{2\ L} = 1\ M \qquad M_{Br_2} = \frac{0.4\ mol}{2L} = 0.2\ M$$

الإناء الاول



$$2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$$

$2HBr$	H_2	Br_2	
1	0	0	التراكيز الابتدائية
$-2x$	$+x$	$+x$	التغيير في التراكيز
$1-2x$	x	x	التراكيز عند الاتزان

$\therefore [H_2] = [Br_2] = x = 0.2\ M$

$\therefore [HBr] = 1 - 2(0.2) = 1 - 0.4 = 0.6\ M$

$$\therefore K_C = \frac{[H_2]\times[Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{0.2\times0.2}{(0.6)^2} = \frac{0.04}{0.36} = \frac{1}{9}$$

الإناء الثاني

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} \Longrightarrow M_{H_2} = M_{Br_2} = \frac{2\ mol}{2\ L} = 1\ M$$



$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ (تفاعل الإناء الثاني عكس التفاعل الأول)

H_2	Br_2	$2HBr$	
1	1	0	التراكيز الابتدائية
$-x$	$-x$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$1-x$	$1-x$	$2x$	التراكيز عند الاتزان

$$\therefore K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}}$$ (لأن التفاعل الثاني عكس التفاعل الاول)

$$K_{C_2} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9 \Longrightarrow K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 3 = \frac{2x}{1-x}$$

$$\Rightarrow 3 - 3x = 2x \Longrightarrow 5x = 3 \Longrightarrow x = \frac{3}{5} = 0.6\ M$$

$\therefore [HBr] = 2x = 2 \times 0.6 = 1.2\ M$

$\therefore n\ (mol) = M \times V \Longrightarrow n\ (HBr) = 1.2 \times 2 = 2.4\ mol$

(خارج 2016 د1) / (احيائي 2019 د2)

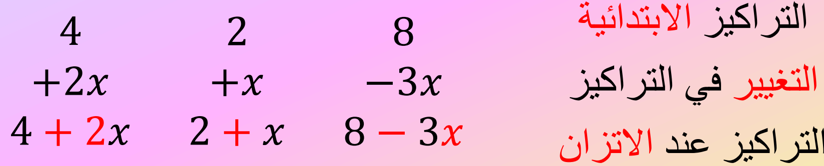
للتفاعل الافتراضي الغازي الاتي: $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي إناء حجمه $(1L)$ وضع $(4mol)$ من A و$8mol$ من C مع كمية من B وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان إناء التفاعل يحتوي $4\ mol$ من B، احسب K_C للتفاعل إذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي (16).

الحل

$$Q = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 16 = \frac{(8)^3}{(4)^2[B]} \Rightarrow [B] = \frac{(8)^3}{16\times16} = \frac{512}{256} = 2\ M$$

$\because$ انه تركيز Br_2 الابتدائي $(2\ M)$ وتركيزه عند الاتزان يساوي $(4\ M)$ $\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي





التراكيز الابتدائية
التغيير في التراكيز
التراكيز عند الاتزان

$\because V = 1L \therefore n = M$

$\therefore [A] = 4 + 2x = 4 + 2(2) = 8\ M$ $\quad$ $\therefore [B] = 2 + x = 4\ M \Rightarrow x = 4 - 2 = 2\ M$

$\therefore [C] = 8 - 3x = 8 - 3(2) = 8 - 6 = 2\ M$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} = \frac{(2)^3}{(8)^2(4)} = \frac{8}{64\times4} = \frac{1}{32} = 0.03$$

(خارج 2016 د2، نازحين احيائي 2017 د2، خارج احيائي 2018 د2)

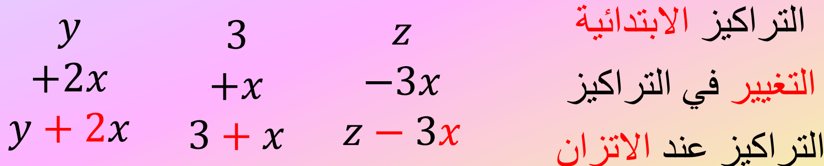
للتفاعل الافتراضي الغازي الاتي: $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي إناء حجمه $(1L)$ وضع $(3mol)$ من B مع مولات مختلفة من A وC وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان إناء التفاعل يحتوي $6mol$ من C وكذلك $6mol$ من A، ما عدد مولات كل من A وC قبل بدء التفاعل؟ علماً ان $K_C = 1.5$

الحل

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]} \Rightarrow [B] = \frac{6}{1.5} = 4\ M$$

$\because$ انه تركيز Br_2 الابتدائي $(3\ M)$ وتركيزه عند الاتزان يساوي $(4\ M)$ $\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي





التراكيز الابتدائية
التغيير في التراكيز
التراكيز عند الاتزان

$\because V = 1L \therefore n = M$

$\therefore [B] = 3 + x = 4\ M \Rightarrow x = 4 - 3 = 1\ M$

$\therefore [A] = y + 2x = 6 \Rightarrow y = 6 - 2 = 4\ M = 4\ mol$ عدد مولات A قبل بدء التفاعل

$\therefore [C] = z - 3x = 6 \Rightarrow z = 6 - 3 = 3\ M = 3\ mol$ عدد مولات C قبل بدء التفاعل

(خارج 2016 د3)

التفاعل الغازي الآتي: $2HI \rightleftharpoons I_2 + H_2$ في وعاء حجمه $(2L)$ سخن $(0.4mol)$ من كل من الغازات H_2، I_2، HI وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل إلى حالة الاتزان، احسب عدد مولات الخليط عند الاتزان إذا علمت ان K_C للتفاعل: $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ يساوي 0.25

الحل

$\because$ $K_C = 0.25 = \frac{1}{4}$ للتفاعل $2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$

$\therefore$ K_C للتفاعل $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ يساوي (4) لأنه عكس التفاعل الأول

$$K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.4}{2} = 0.2\ M \Rightarrow Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.2)^2}{0.2\times0.2} = 1$$

$\because$ $Q < K_{C_2}$ $\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي



0.2	0.2	0.2	التراكيز الابتدائية
$-x$	$-x$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$0.2 - x$	$0.2 - x$	$0.2 + 2x$	التراكيز عند الاتزان

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 4 = \frac{(0.2+2x)^2}{(0.2-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 2 = \frac{0.2+2x}{0.2-x} \Rightarrow 0.4 - 2x = 0.2 + 2x$$

$\therefore 2x + 2x = 0.4 - 0.2 \Rightarrow 4x = 0.2 \Rightarrow x = \frac{0.2}{4} = 0.05\ M$

$\therefore [H_2] = [I_2] = 0.2 - x = 0.2 - 0.05 = 0.15\ M$

$\therefore [HI] = 0.2 + 2x = 0.2 + 2(0.05) = 0.2 + 0.1 = 0.3\ M$

$n(mol) = M\ (mol/L) \times V\ (L)$

$n(H_2) = n(I_2) = 0.15 \times 2L = 0.3\ mol$ $\quad$ $n(HI) = 0.3 \times 2L = 0.6\ mol$

(احيائي 2017 د3)

تفاعل ما فيه $(\Delta n_g = -1)$ و $K_C = 4.1$ بدرجة حرارة $(227\ ^\circ C)$، احسب قيمة K_p لهذا التفاعل.

الحل

$T\ (K) = {^\circ C} + 273 = 227 + 273 = 500$

$$K_P = K_C\,(RT)^{+\Delta n_g} = 4.1(0.082 \times 500)^{-1} \Rightarrow K_P = \frac{4.1}{0.082\times500} = \frac{4.1}{41} = 0.1$$

(تمهيدي تطبيقي 2017)

للتفاعل الافتراضي الاتي: $A + bB \rightleftharpoons 2C$ وضع $3mol$ من A و $4mol$ من B في إناء حجمه $1L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان، فوجد ان ما استهلك من A $(1mol)$ وما تبقى من B $(2mol)$، احسب K_C للتفاعل.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$



A	bB	$2C$	
3	4	0	التراكيز الابتدائية
$-x$	$-bx$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$3-x$	$4-bx$	$2x$	التراكيز عند الاتزان

$\therefore$ المستهلك من A يمثل x

$\therefore [A] = 3 - x = 3 - 1 = 2\ M \qquad \therefore [C] = 2x = 2(1) = 2\ M$

$\therefore [B] = 4 - bx = 2$ (المتبقي) $\Rightarrow 4 - b(1) = 2 \Rightarrow b = 4 - 2 = 2$

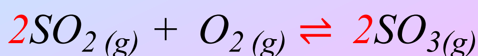
$$K_C = \frac{[C]^2}{[A][B]^2} = \frac{(2)^2}{2\times(2)^2} = \frac{1}{2} = 0.5$$

(تطبيقي 2017 د1)

في التفاعل الغازي الآتي عند درجة حرارة معينة $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$، وضعت مولات مختلفة من SO_2 و O_2 في إناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان المتكون من SO_3 يساوي $0.8mol$ وتركيز كل من SO_2 و O_2 متساويان وان $K_C=10$، جد عدد مولات كل من SO_2 و O_2 قبل بدء التفاعل.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$



$2SO_2$	O_2	$2SO_3$	
a	b	0	التراكيز الابتدائية
$-2x$	$-x$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$a-2x$	$b-x$	$2x$	التراكيز عند الاتزان
Z	Z	0.8	

$\therefore [SO_{3_{\text{المتكون}}}] = 2x = 0.8$

$x = \frac{0.8}{2} = 0.4\ M$

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \Rightarrow 10 = \frac{(0.8)^2}{(Z)^2(Z)} \Rightarrow (Z)^3 = \frac{0.64}{10} = 0.064 \xrightarrow{\text{بالجذر التكعيبي للطرفين}} Z = 0.4$$

$\therefore [SO_2] = 0.4 \Rightarrow 0.4 = a - 2(x) \Rightarrow 0.4 = a - 2(0.4) \Rightarrow 0.4 = a - 0.8 \therefore a = 1.2\ M$

$\therefore [O_2] = 0.4 \Rightarrow 0.4 = b - x \Rightarrow 0.4 = b - 0.4 \Rightarrow b = 0.4 + 0.4 = 0.8\ M\ (mol)$

(خارج تطبيقي 2017 د1) / (خارج تطبيقي 2018 د2)

للتفاعل الافتراضي الاتي: $A + aB \rightleftharpoons 2C$ وضع $2mol$ من A و $5mol$ من B في إناء حجمه $1L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان، فوجد ان ما استهلك من A $(1mol)$ وما تبقى من B $(2mol)$، احسب K_C للتفاعل.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$

∴ المستهلك من A يمثل x



A	$+ \; aB$	$\rightleftharpoons 2C$	
2	5	0	التراكيز الابتدائية
$-x$	$-ax$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$2-x$	$5-ax$	$2x$	التراكيز عند الاتزان

$\therefore [A] = 2 - x = 2 - 1 = 1\ M \qquad \therefore [C] = 2x = 2(1) = 2\ M$

$\therefore [B] = 5 - ax = 2 \Rightarrow 5 - a(1) = 2 \Rightarrow a = 5 - 2 \Rightarrow a = 3$

$$K_C = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{(2)^2}{1\times(2)^3} = \frac{1}{2} = 0.5$$

(خارج تطبيقي 2017 د2)

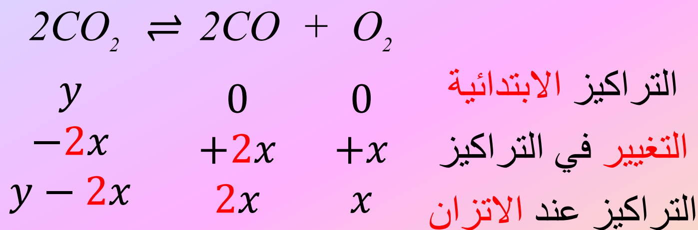
للتفاعل الغازي: $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$، وضعت مولات CO_2 في إناء حجمه $1L$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، فوجد ان ربع كمية الغاز قد تفككت، فإذا علمت ان K_C يساوي 0.011 جد تراكيز خليط الاتزان.

الحل

∴ ربع الكمية قد تفككت (استهلكت) $\frac{1}{4}$

∴ المتفكك (المستهلك) من CO_2 يمثل $2x$

$\therefore 2x = \frac{1}{4}y \quad \therefore y = 8x$



$2CO_2$	$\rightleftharpoons 2CO$	$+ \; O_2$	
y	0	0	التراكيز الابتدائية
$-2x$	$+2x$	$+x$	التغيير في التراكيز
$y-2x$	$2x$	x	التراكيز عند الاتزان

$\therefore [CO_2] = y - 2x = 8x - 2x = 6x \qquad \therefore [CO] = 2x \qquad \therefore [O_2] = x$

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} \Rightarrow 0.011 = \frac{(2x)^2(x)}{(6x)^2} = \frac{4x^2\,(x)}{36x^2} = \frac{x}{9} \Rightarrow x = 0.011\times 9 \simeq 0.1\ M$$

$\therefore [CO_2] = 6\times 0.1 = 0.6\ M \qquad \therefore [CO] = 2\times 0.1 = 0.2M$

$\therefore [O_2] = 0.1M$

(نازرحين تطبيقي 2017 د1)

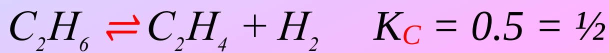
للتفاعل الغازي الآتي الماص للحرارة: $C_2H_6 \rightleftharpoons C_2H_4 + H_2$، وضعت مولات من C_2H_6 في إناء حجمه $1L$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، فوجد ان ربع كمية الغاز قد تفككت، فإذا علمت ان K_C يساوي 0.5 جد تراكيز خليط الاتزان.

الحل

∴ ربع الكمية قد تفككت (استهلكت) $\frac{1}{4}$

∴ المتفكك (المستهلك) من C_2H_6 يمثل x

$\therefore x = \frac{1}{4}y \Rightarrow y = 4x$



$K_C = 0.5 = ½$

C_2H_6	$\rightleftharpoons C_2H_4$	$+ H_2$	
y	0	0	التراكيز الابتدائية
$-x$	$+x$	$+x$	التغيير في التراكيز
$y-x$	x	x	التراكيز عند الاتزان

$\therefore [C_2H_6] = y - x = 4x - x = 3x$ $\qquad$ $\therefore [C_2H_4] = [H_2] = x$

$$K_C = \frac{[C_2H_4][H_2]}{[C_2H_6]} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x^2}{3x} \Rightarrow 3 = 2x \Rightarrow x = \frac{3}{2} = 1.5\ M$$

$\therefore [C_2H_6] = 3x = 3 \times 1.5 = 4.5\ M$ $\qquad$ $\therefore [C_2H_4] = [H_2] = x = 1.5\ M$

(نازرحين تطبيقي 2017 د2) / (خارج تطبيقي 2018 د1)

في التفاعل الغازي الآتي وعند درجة حرارة معينة: $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ وضعت مولات مختلفة من (NO ،O_2) في إناء تفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، وجد ان المتكون من NO_2 يساوي ($0.8\ mol$) وتركيز كل من (NO ،O_2) متساويان و ($K_C = 10$)، جد عدد مولات (NO ،O_2) قبل بدء التفاعل.

الحل

$\because V = 1L \therefore n = M$



$2NO$	$+ O_2$	$\rightleftharpoons 2NO_2$	
a	b	0	التراكيز الابتدائية
$-2x$	$-x$	$+2x$	التغيير في التراكيز
$a-2x$	$b-x$	$2x$	التراكيز عند الاتزان
Z	Z	0.8	

$\therefore [NO_{2\,المتكون}] = 2x = 0.8$

$\therefore x = \frac{0.8}{2} = 0.4\ M$

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \Rightarrow 10 = \frac{(0.8)^2}{(Z)^2(Z)} \Rightarrow (Z)^3 = \frac{0.64}{10} = 0.064 \xrightarrow{\text{بالجذر التكعيبي للطرفين}} Z = 0.4$$

$\therefore 0.4 = a - 2(x) \Rightarrow 0.4 = a - 2(0.4) \Rightarrow 0.4 = a - 0.8$ $\qquad$ $\therefore a = 1.2\ mol$

$\therefore 0.4 = b - x \Rightarrow 0.4 = b - 0.4 \Rightarrow b = 0.4 + 0.4$ $\qquad$ $\therefore b = 0.8\ mol$

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

للتفاعل المتزن الغازي: $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25\ ^\circ C$ يحتوي على $[SO_3] = 2\times10^{-3}\ M$ و $[SO_2] = 8\times10^{-2}\ M$ و $[O_2] = 1\times10^{-2}\ M$ وعند تسخين التفاعل إلى $35\ ^\circ C$ وجد ان K_C للتفاعل يساوي 20، بيّن هل ان التفاعل باعث ام ماص للحرارة؟ ولماذا.

الحـــل



$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(8\times10^{-2})^2(1\times10^{-2})}{(2\times10^{-3})^2} = \frac{64\times10^{-6}}{4\times10^{-6}} = 16$$

نلاحظ انه بعد تسخين التفاعل ان قيمة K_C اصبحت 20، أي ان قيمته ارتفعت. اذن اتجه التفاعل نحو الامام وبما اننا نعلم عند تسخين التفاعل فأنه يتجه نحو الماص، أي ان الامامي ماص والخلفي باعث، لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

(تطبيقي 2018 د1) / (احيائي 2017 د2)

وضع $(4g)$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $(2L)$ عند درجة حرارة $27\ ^\circ C$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$، فإذا كان K_p للتفاعل يساوي 1.21، احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً ان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$، $\sqrt{1.21} = 1.1$

الحـــل

$T(K) = 27 + 273 = 300\ K$

$$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4}{20} = 0.2\ mol$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2\times0.082\times300}{2} = 2.46\ atm$$

$2HF_{(g)}$	$\rightleftharpoons H_{2(g)}$	$+ F_{2(g)}$	
2.46	0	0	الضغوط الابتدائية
$-2x$	$+x$	$+x$	التغيير في الضغوط
$2.46-2x$	x	x	الضغوط عند الاتزان



$$K_P = \frac{P_{H_2}\times P_{F_2}}{P_{HF}^2} \Rightarrow 1.21 = \frac{x^2}{(2.46-2x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 1.1 = \frac{x}{2.46-2x}$$

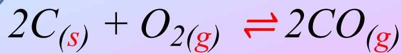
$$2.706 - 2.2x = x \Rightarrow x + 2.2x = 2.706 \Rightarrow 3.2x = 2.706 \Rightarrow x = \frac{2.706}{3.2} = 0.85$$

$$\therefore P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85) = 2.46 - 1.7 \Rightarrow P_{HF} = 0.76\ atm$$

(تمهيدي تطبيقي 2018)

للتفاعل الآتي: $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$، سخنت كمية كافية من الكاربون بوجود الاوكسجين الذي كان تحت ضغط $(1.4 \quad atm)$ في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO عند الاتزان يساوي $(0.8\ atm)$، جد K_p.

الحل



$2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

	O_2	CO
الضغوط الابتدائية	1.4	0
التغيير في الضغوط	$-x$	$+2x$
الضغوط عند الاتزان	$1.4 - x$	$2x$

$\because$ ضغط CO عند الاتزان $0.8\ atm$

$\therefore\ 2x = 0.8 \Rightarrow x = \frac{0.8}{2} = 0.4$

$\therefore [O_2] = 1.4 - x = 1.4 - 0.4 = 1\ atm$

$$K_P = \frac{P_{CO}^2}{P_{O_2}} = \frac{(0.8)^2}{1} = 0.64$$

(تطبيقي 2018 د2)

عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة حرارة معينة في اناء مغلق حجمه $1L$، يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$، وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1.3atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.4atm$، احسب: 1) الضغط الجزئي لـ$NOCl$ قبل التحلل 2) ثابت الاتزان K_p للتفاعل عند نفس الدرجة.

الحل



$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$

	$NOCl$	NO	Cl_2
الضغوط الابتدائية	y	0	0
التغيير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$y - 2x$	$2x$	x

$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2} \Rightarrow 1.3 = 0.4 + 2x + x \Rightarrow 3x = 1.3 - 0.4 = 0.9$

$\therefore\ x = \frac{0.9}{3} = 0.3\ atm$

$\therefore [NOCl] = y - 2x = 0.4 \Rightarrow y = 0.4 + 2(0.3) \Rightarrow y = 1\ atm$ الضغط الابتدائي

$\therefore\ P_{Cl_2} = x = 0.3\ atm,\ \therefore\ P_{NO} = 2x = 2 \times 0.3 = 0.6\ atm$ الضغوط عند الاتزان

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} = \frac{(0.6)^2 \times (0.3)}{(0.4)^2} = \frac{(0.36)\times(0.3)}{0.16} = \frac{9\times0.3}{4} = \frac{2.7}{4} = 0.675$$

(تطبيقي 2018 د3)

التفاعل الغازي المتزن: $2B \rightleftharpoons A$، كانت تراكيز الاتزان كما في التجارب التالية في الجدول:

A mol/L	B mol/L	℃
0.02	0.8	27
0.1	0.6	127

احسب K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة، ثمّ بيّن هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة؟

الحـــل

$$K_{C_1} = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.8)^2}{0.02} = \frac{0.64}{0.02} = 32 \text{ at } 27^\circ\text{C}$$

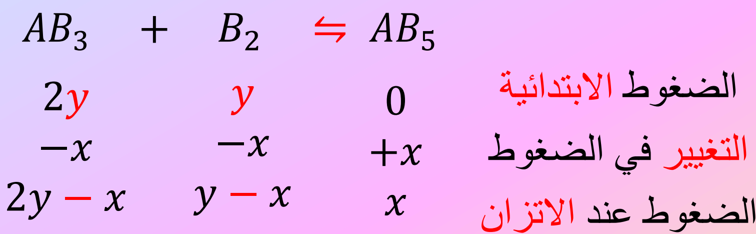
$$K_{C_2} = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.6)^2}{0.1} = \frac{0.36}{0.1} = 3.6 \text{ at } 127^\circ\text{C}$$

∴ التفاعل باعث للحرارة لأنه عندما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت قيمة K_C

(تمهيدي تطبيقي 2019)

في التفاعل الغازي المتزن الافتراضـــي الاتي: $AB_3 + B_2 \leftrightharpoons AB_5$ وجد ان ضــغط AB_3 الجزئي في الإناء المغلق ضــعف ضـغط B_2 الجزئي وعند وصـول التفاعل الى حالة الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضـغط B_2 يساوي $(1atm)$، فاذا علمت ان K_p للتفاعل يساوي 0.5، فما ضغطي غازي B_2، AB_3 في بداية التفاعل.

الحـــل



AB_3	+ B_2	$\leftrightharpoons AB_5$	
$2y$	y	0	الضغوط الابتدائية
$-x$	$-x$	$+x$	التغيير في الضغوط
$2y - x$	$y - x$	x	الضغوط عند الاتزان

$\therefore P_{B_2} = y - x = 1$

$\therefore y = 1 + x$

$\therefore P_{AB_3} = 2y - x \Longrightarrow 2(1 + x) - x = 2 + 2x - x \Longrightarrow P_{AB_3} = 2 + x$

$$K_P = \frac{P_{AB_5}}{P_{AB_3} \times P_{B_2}} \Longrightarrow 0.5 = \frac{x}{(2+x)\times 1} \Longrightarrow x = 1 + 0.5x \Longrightarrow x - 0.5x = 1$$

$$0.5x = 1 \Longrightarrow x = \frac{1}{0.5} = 2 \; atm$$

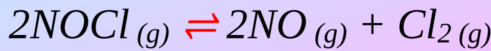
$\therefore P_{B_2} = y = 1 + x \Longrightarrow y = 1 + 2 = 3 \; atm$ (الضغط الابتدائي)

$\therefore P_{AB_3} = 2y = 2 \times 3 = 6 \; atm$ (الضغط الابتدائي)

(تطبيقي 2019 د1)

عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة حرارة معينة في اناء مغلق حجمه $1L$، يتحلل حسب المعادلة: $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$، وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1.2atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.3atm$، احسب: 1) الضغط الجزئي لـ$NOCl$ قبل التحلل 2) ثابت الاتزان K_p للتفاعل عند نفس الدرجة.

الحل



	$2NOCl$	$2NO$	Cl_2
الضغوط الابتدائية	y	0	0
التغيير في الضغوط	$-2x$	$+2x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$y-2x$	$2x$	x

$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2} \Longrightarrow 1.2 = 0.3 + 2x + x \Longrightarrow 3x = 1.2 - 0.3 = 0.9$

$\therefore x = \frac{0.9}{3} = 0.3\ atm$

$\therefore [NOCl] = y - 2x = 0.3 \Longrightarrow y = 0.3 + 2(0.3) \Longrightarrow y = 0.9\ atm$ الضغط الابتدائي

$\therefore P_{Cl_2} = x = 0.3\ atm, \ \therefore P_{NO} = 2x = 2 \times 0.3 = 0.6\ atm$ الضغوط عند الاتزان

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} = \frac{(0.6)^2 \times (0.3)}{(0.3)^2} = \frac{(0.36)\times(0.3)}{0.09} = 4 \times 0.3 = 1.2$$

(تطبيقي 2019 د2)

للتفاعل الافتراضي الاتي: $A + bB \rightleftharpoons 2C$ وضع $4mol$ من A و$10mol$ من B في إناء حجمه $2L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان، فوجد ان ما استهلك من A $2mol$ وما تبقى من B $4mol$، احسب K_C للتفاعل.

❖ $M = \frac{n(mol)}{V(L)}$

$\therefore [A] = \frac{4\ mol}{2L} = 2\ M$ (الابتدائي)

$\therefore [A_{مستهلك}] = x = \frac{2\ mol}{2L} = 1M$



	A	bB	$2C$
التراكيز الابتدائية	2	5	0
التغيير في التراكيز	$-x$	$-bx$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$2-x$	$5-bx$	$2x$

$\therefore [B] = \frac{10\ mol}{2L} = 5\ M$ (الابتدائي)

$\therefore [B_{المتبقي}] = \frac{4\ mol}{2L} = 2\ M$

$\therefore [A] = 2 - x = 2 - 1 = 1\ M$

$\therefore [C] = 2x = 2(1) = 2\ M$

$\therefore [B] = 5 - bx \Longrightarrow 2 = 5 - b(1) \Longrightarrow b = 3$

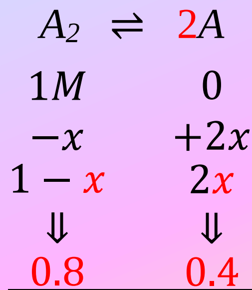
$$\therefore K_C = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{(2)^2}{1\times(2)^3} = \frac{1}{2} = 0.5$$

(احيائي 2017 د1)

للتفاعل المتزن الغازي $2A \rightleftharpoons A_2$ وجد انه عند وضع مول واحد من A_2 في إناء التفاعل حجمه لتر واحد عند STP يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان 20% منه يتحلل (يتفكك)، ما قيمة كل من K_C و K_p للتفاعل؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع $0.008\ M$ من A_2 وعند نفس الظروف؟

الحل

$x = \frac{20}{100} = 0.2\ M$ (المتفككة)



A_2	$\rightleftharpoons$	$2A$
$1M$		0
$-x$		$+2x$
$1-x$		$2x$
⇓		⇓
0.8		0.4

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.4)^2}{(0.8)} = \frac{0.16}{0.8} = 0.2$$

$$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = 2 - 1 = 1$$

$$K_P = K_C (RT)^{+\Delta n_g} = 0.2\ (0.082 \times 298)$$

$$\therefore K_P = 4.88$$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow 0.2 = \frac{[A]^2}{0.008} \Rightarrow [A]^2 = 0.2 \times 0.008 = 16 \times 10^{-4}$$ (بجذر الطرفين)

$$\therefore [A] = 4 \times 10^{-2}\ M$$

(خارج احيائي 2017 د1)

وضع (4g) من غاز HF في وعاء مغلق حجمه (2L) عند درجة حرارة 27 °C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$، حيث لوحظ ان غاز H_2 ازداد بمقدار 0.85atm احسب ثابت الاتزان K_p، علماً ان الكتلة المولية للغاز تساوي 20 g/mol.

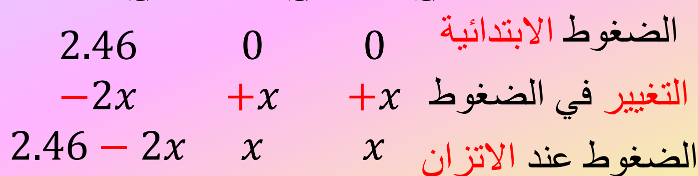
الحل

$$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4}{20} = 0.2\ mol$$

$$T(K) = 27 + 273 = 300\ K$$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 300}{2} = 2.46\ atm$$





	$2HF_{(g)}$	$\rightleftharpoons H_{2(g)}$	$+ F_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغيير في الضغوط	$-2x$	$+x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2.46 - 2x$	x	x

$\therefore$ الزيادة في مقدار H_2 تمثل $x = 0.85$

$\therefore P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85)$

$\therefore P_{HF} = 2.46 - 1.7 = 0.76$

$$K_P = \frac{P_{H_2} \times P_{F_2}}{P_{HF}^2} = \frac{x^2}{(0.76)^2} \Rightarrow K_P = \frac{(0.85)^2}{(0.76)^2} = \frac{0.722}{0.577} = 1.25$$

(خارج احيائي 2017 د2)

في التفاعل الغازي الاتي $2HBr \rightleftharpoons Br_2 + H_2$ وفي وعاء حجمه $2L$ سخن $0.4mol$ من كل من الغازات HBr وH_2 وBr_2 إلى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل إلى حالة الاتزان، احسب عدد مولات الخليط عند الاتزان إذا علمت ان ثابت تفكك مول واحد من HBr يساوي 0.5.

الحل

$\therefore HBr \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Br_2$ (معادلة تفكك مول واحد) $\therefore K_{C_1} = 0.5 = \frac{1}{2}$

وبالاعتماد على المعادلة: $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فإن $K_{C_2} = \frac{1}{(K_{C_1})^2}$ لأنها ضعف المعادلة الأولى وعكسها

$$\therefore K_{C_2} = \frac{1}{(K_{C_1})^2} \Longrightarrow K_{C_2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.4}{2} = 0.2M$$

$\therefore Q = \frac{[0.2]^2}{[0.2]^2} = 1 \Longrightarrow Q < K_C$ وهذا يعني ان اتجاه التفاعل امامي

	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.2		0.2		0.2
التغيير في التراكيز	$-x$		$-x$		$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2 - x$		$0.2 - x$		$0.2 + 2x$

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Longrightarrow 4 = \frac{(0.2+2x)^2}{(0.2-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 2 = \frac{0.2+2x}{0.2-x} \Longrightarrow 0.4 - 2x = 0.2 + 2x$$

$$\Longrightarrow 4x = 0.4 - 0.2 \Longrightarrow 4x = 0.2 \quad \therefore x = \frac{0.2}{4} = 0.05\ M$$

$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.2 - x = 0.2 - 0.05 = 0.15M$ $\therefore nH_2 = nBr_2 = 0.15 \times 2L = 0.3$ mol

$\therefore [HBr] = 0.2 + 2x = 0.2 + 2(0.05) = 0.3\ M$ $\therefore nHBr = 0.3 \times 2L = 0.6$ mol

(نازحين احيائي 2017 د1)

إذا علمت ان K_{eq} للتفاعل التالي تساوي 1.7×10^{18}: $CCl_{4(l)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + CHCl_{(l)}$ عند $25\,^\circ C$ وضغط $1atm$ احسب ΔG° عند نفس الظروف، علماً ان: $log1.7 = 0.23$، $lnx = 2.303log$.

$$\Delta G^\circ = -RT\ ln\ K_{eq} = -8.314\times298\times ln\,(1.7\times10^{18}) = -2477.57\times2.303\ log\,(1.7\times10^{18})$$

$$\Delta G^\circ = -5705.8\ (log\ 1.7 + log\ 10^{18}) = -5705.8\ (0.23 + 18) = -5705.8\ (18.23)$$

$$\Delta G^\circ = -104017\ J/mol \simeq 104\ KJ/mol$$

(نازحين احيائي 2017 د1)

في إناء حجمه $4L$ سخن $2.8mol$ من مزيج من الغازات HBr وH_2 وBr_2 إلى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل إلى حالة الاتزان: $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فإذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 وBr_2 يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية عند الاتزان؟

الحل



وبالاعتماد على المعادلة: $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فإن $K_{C_2} = (K_{C_1})^2$ لأنها ضعف المعادلة الأولى

$$\therefore K_{C_2} = (\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16} = 0.0625$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{2.8}{4} = 0.7M$$

$\therefore Q = \frac{[0.7]^2}{[0.7]^2} = 1 \Longrightarrow Q > K_C$ وهذا يعني ان اتجاه التفاعل خلفي

	H_2	+ Br_2	$\rightleftharpoons 2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.7	0.7	0.7
التغيير في التراكيز	$+x$	$+x$	$-2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.7+x$	$0.7+x$	$0.7-2x$

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Longrightarrow \frac{1}{16} = \frac{(0.7-2x)^2}{(0.7+x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} \frac{1}{4} = \frac{0.7-2x}{0.7+x} \Longrightarrow 2.8 - 8x = 0.7 + x$$

$$\Longrightarrow 2.8 - 0.7 = x + 8x \Longrightarrow 2.1 = 9x \;\therefore x = \frac{2.1}{9} = 0.233\ M$$

$$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.7 + 0.233 = 0.933\ M$$

$$\therefore [HBr] = 0.7 - 2x = 0.7 - 2(0.233) = 0.7 - 0.466 = 0.234\ M$$

ولإيجاد عدد المولات للمواد الناتجة والمتبقية عند الاتزان:

$n\ (mol) = M(mol) \times V(L)$

$n\ (H_2) = n\ (Br_2) = 0.933 \times 4L = 3.732\ mol$

$n\ (HBr) = 0.234 \times 4L = 0.936\ mol$

(نازحين احيائي 2017 د3)

في التفاعل الافتراضي الاتي: $A + 2B \rightleftharpoons 3C$ وضع $0.2mol$ من A و $0.3mol$ من B في إناء حجمه $1L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان، وجد ان المستهلك من B $(0.2mol)$ والمتبقي من A $(0.1mol)$، جد K_P.

الحل



$\because V = 1L \therefore n = M$

	A	$+ \; 2B$	$\rightleftharpoons 3C$
التراكيز الابتدائية	0.2	0.3	0
التغيير في التراكيز	$-x$	$-2x$	$+3x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2 - x$	$0.3 - 2x$	$3x$

$\therefore [B_{\text{المستهلك}}] = 2x = 0.2 \; mol$

$\therefore x = \frac{0.2}{2} = 0.1$

$\therefore [A] = 0.1 \; M \qquad \therefore [B] = 0.3 - 2x = 0.3 - 2(0.1) = 0.3 - 0.2 \Rightarrow [B] = 0.1 \; M$

$\therefore [C] = 3x = 3 \times 0.1 = 0.3 \; M$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A][B]^2} = \frac{(0.3)^3}{(0.1)(0.1)^2} = \frac{0.027}{0.001} = 27$$

$(\because \Delta n_g = 0) \therefore K_P = K_C$

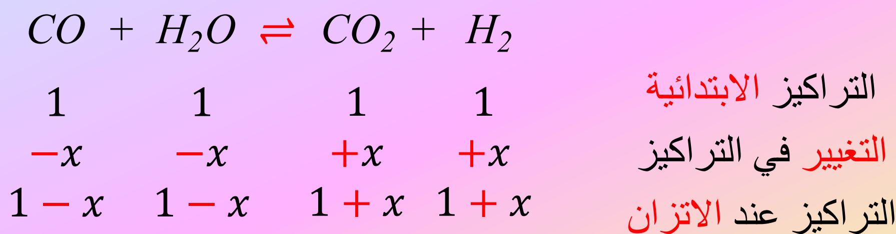
(تمهيدي احيائي 2018) / (احيائي 2018 د2)

في وعاء مغلق حجمه $1L$ يتفاعل غاز (CO) مع بخار الماء وتكّون غاز (CO_2) و (H_2) بدرجة حرارة $(700K)$، ما تركيز خليط الغازات عند وصولها إلى حالة الاتزان إذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علماً ان ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي (5.29)؟ $\sqrt{5.29} = 2.3$

(احيائي 2018 د2): ثابت الاتزان K_C يساوي 4.84

الحل

$\therefore Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{(1)^2}{(1)^2} = 1 \quad \therefore K_C > Q \Rightarrow$ التفاعل امامي $\therefore$



	CO	$+ \; H_2O$	$\rightleftharpoons CO_2$	$+ \; H_2$
التراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغيير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1 - x$	$1 - x$	$1 + x$	$1 + x$

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 2.3 = \frac{1+x}{1-x} \Rightarrow 2.3 - 2.3x = 1 + x$$

$\therefore x + 2.3x = 2.3 - 1 \Rightarrow 3.3x = 1.3 \Rightarrow x = \frac{1.3}{3.3} = 0.39$

$\therefore [CO] = [H_2O] = 1 - x = 1 - 0.39 = 0.61 \; M$

$\therefore [CO_2] = [H_2] = 1 + x = 1 + 0.39 = 1.39 \; M$

(خارج احيائي 2018 د1)

التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد: $N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$ وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، وجد ان الضغوط الجزئية $(P_{NO_2} = 1.56\ atm)$ و $(P_{N_2O_4} = 0.377\ atm)$وعند درجة $100\ ^\circ C$، احسب K_C.

الحـــل



$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$

$$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = \frac{2.433}{0.377} = 6.46$$

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(P) - \sum n_g\,(R) = (2-1) = 1$$

$$T\,(K) = {}^\circ C + 273 = 100 + 273 = 273\ K$$

$$K_C = K_p\,(RT)^{-\Delta n_g} = 6.45(0.082 \times 373)^{-1} = \frac{6.45}{0.082\times373} = \frac{6.45}{30.6} \Longrightarrow K_C = 0.21$$

(تمهيدي احيائي 2019)

ثابت الاتزان للتفاعل الغازي الاتي $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ عند درجة $240\ ^\circ C$ يساوي 4×10^{-4}، ادرس الحالات الاتية، وقرر اتجاه سير التفاعل علماً ان جميع التراكيز معبراً عنها بوحدات mol/L.

No.	$NOCl$	NO	Cl_2
1	0.002	0.004	0.02
2	0.001	0.002	0.0001
3	0.4	0.002	0.001

الحـــل

∴ يجب إيجاد Q لتحديد اتجاه سير التفاعل:

$$Q_1 = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.004)^2(0.02)}{(0.002)^2} = \frac{16\times10^{-6}\times2\times10^{-2}}{4\times10^{-6}} = 8\times10^{-2}$$

$$Q_2 = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.0001)}{(0.001)^2} = \frac{4\times10^{-6}\times1\times10^{-4}}{1\times10^{-6}} = 4\times10^{-4}$$

$$Q_3 = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.001)}{(0.4)^2} = \frac{4\times10^{-6}\times1\times10^{-3}}{16\times10^{-2}} = \frac{1}{4}\times10^{-7} = 25\times10^{-9}$$

1) ∵ $Q > K_C$ ∴ اتجاه التفاعل خلفي

2) ∵ $Q = K_C$ ∴ التفاعل في حالة اتزان

3) ∵ $Q < K_C$ ∴ اتجاه التفاعل امامي

(احيائي 2019 د1)

وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_p بدرجة $727\ ^{\circ}C$ للتفاعلات:



$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}\quad K_p = 2.5\times10^{10}$



$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{2\,(g)}\quad K_p = 5\times10^{20}$



احسب ثابت الاتزان بدلالة K_C للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2\,(g)}$

الحـــل

الطريقة الأولى

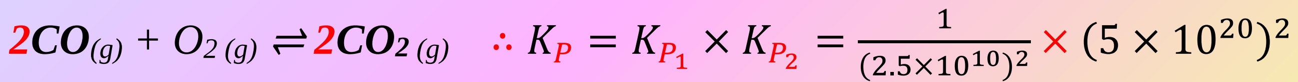
❖ ترتـــب المعــــادلات حســـب المعادلــــة المطلوبـــة: المعادلــــة الأولــــى تقلـــب وتضــــرب 2× والمعادلة الثانية تضرب 2 ×



$2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(s)} + O_{2\,(g)}\qquad \therefore K_{P_1} = \frac{1}{(2.5\times10^{10})^2}$



$2C_{(s)} + 2O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2\,(g)}\qquad \therefore K_{P_2} = (5\times10^{20})^2$



$2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2\,(g)}\qquad \therefore K_P = K_{P_1}\times K_{P_2} = \frac{1}{(2.5\times10^{10})^2}\times(5\times10^{20})^2$

$\therefore K_P = \frac{25\times10^{40}}{6.25\times10^{20}} = 4\times10^{20}\qquad \therefore T(K) = {^{\circ}C} + 273 = 727 + 273 = 1000\ K$

$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = (2-3) = -1$

$K_C = K_p(RT)^{-\Delta n_g} = 4\times10^{20}(0.082\times1000)^{-(-1)} = 4\times10^{20}\times82 = 328\times10^{20}$

الطريقة الثانية

$\therefore T(K) = {^{\circ}C} + 273 = 727 + 273 = 1000\ K$

$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = (1-½) = ½$ (المعادلة الأولى)

$K_{C_1} = K_{P_1}(RT)^{-\Delta n_g} = 2.5\times10^{10}(0.082\times1000)^{-(½)} = \frac{2.5\times10^{10}}{\sqrt{82}} = \frac{2.5\times10^{10}}{9}$

$K_{C_1} = 0.277\times10^{10}$

$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) = (1-1) = 0$ (المعادلة الثانية)

$\therefore K_{C_2} = K_{P_2} = 5\times10^{20}$

❖ ترتـــب المعــــادلات حســـب المعادلــــة المطلوبـــة: المعادلــــة الأولــــى تقلـــب وتضــــرب 2× والمعادلة الثانية تضرب 2 × فيكون K_C للمعادلات الأولى والثانية كالآتي:

$\therefore K_{C_1} = \frac{1}{(0.277\times10^{10})^2}\qquad \therefore K_{C_2} = (5\times10^{20})^2$

$\therefore K_C = K_{C_1}\times K_{C_2} = \frac{1}{(0.277\times10^{10})^2}\times(5\times10^{20})^2$

$K_P = \frac{1}{0.076\times10^{20}}\times(25\times10^{40}) = 13.15\times25\times10^{20} = 328\times10^{20}$

(احيائي 2019 د3)

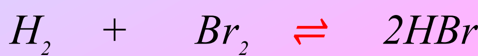
في إناء حجمه $2L$ وضع $1.6mol$ من HBr و $0.4mol$ من كل من H_2 و Br_2 بدرجة حرارة معينة، فإذا علمت ان $K_C = 4$ للتفاعل $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ احسب تراكيز مكونات الخليط عند الاتزان.

الحل

$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$ $\therefore n_{HBr} = \frac{1.6}{2} = 0.8\ M$ $\therefore n_{H_2} = n_{Br_2} = \frac{0.4}{2} = 0.2\ M$

$\therefore Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} = \frac{(0.8)^2}{(0.2)^2} = \frac{0.64}{0.04} = 16$ $\because Q > K_C \Rightarrow$ ∴ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي

	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.2		0.2		0.8
التغيير في التراكيز	$+x$		$+x$		$-2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2 + x$		$0.2 + x$		$0.8 - 2x$

$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} \Rightarrow 4 = \frac{(0.8-2x)^2}{(0.2+x)^2}$  $2 = \frac{0.8-2x}{0.2+x} \Rightarrow 0.4 + 2x = 0.8 - 2x$

$2x + 2x = 0.8 - 0.4 \Rightarrow 4x = 0.4 \Rightarrow x = \frac{0.4}{4} = 0.1\ M$

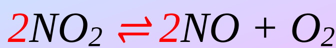
$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.2 + x = 0.2 + 0.1 = 0.3\ M$

$\therefore [HBr] = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.1) = 0.8 - 0.2 \Rightarrow [HBr] = 0.6\ M$

(خارج تطبيقي 2019 د1)

للتفاعل المتزن الغازي: $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25\ ℃$ يحتوي على $[NO_2] = 0.003\ M$ و $[NO] = 0.09\ M$ و $[O_2] = 0.02\ M$ وعند تسخين التفاعل إلى $100\ ℃$ وجد ان K_C للتفاعل يساوي 36، بيّن هل ان التفاعل باعث ام ماص للحرارة؟ ولماذا.

الحل



في درجة حرارة $25^\circ C$

$$K_C = \frac{[NO]^2[O_2]}{[NO_2]^2} = \frac{(0.09)^2(0.02)}{(0.003)^2} = \frac{\overset{9}{\cancel{81}} \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-2}}{\cancel{9} \times 10^{-6}} = 18$$

نلاحظ انه بعد تسخين التفاعل ان قيمة K_C اصبحت 36، أي ان قيمته ارتفعت. اذن اتجه التفاعل نحو الامام وبما اننا نعلم عند تسخين التفاعل فأنه يتجه نحو الماص، أي ان الامامي ماص والخلفي باعث، لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

(خارج احيائي 2019 د1)

التفاعل الغازي الآتي: $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$، في وعاء حجمه لتر، ســـخن $(0.2mol)$ من كل من الغازات المتفاعلة والناتجة إلى درجة حرارة معينة حتى وصـــل التفاعل إلى حالة الاتزان، احســـب عدد مولات خليط الاتزان إذا علمت ان ثابت تفكك مول واحد من HCl يساوي 0.5 بدلالة الضغوط الجزئية K_P.

الحـــل

$(\because \Delta n_g = 0) \therefore K_C = K_P$

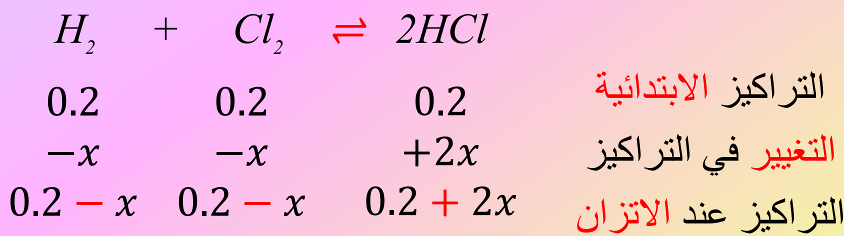
$HCl \rightleftharpoons \frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} Cl_2 \qquad K_{C_1} = 0.5 = \frac{1}{2}$ (معادلة تفكك مول واحد)

$\therefore$ المعادلة الثانية $(H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl)$ هي ضعف وعكس المعادلة الأولى (التفكك) لذلك K_{C_2} تساوي:

$$K_{C_2} = \frac{1}{(K_{C_1})^2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$$

$\because V = 1L \; \therefore n = M$

$$\therefore Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2]\times[Br_2]} = \frac{(0.2)^2}{(0.2)^2} = 1 \qquad \because Q < K_C \Longrightarrow$$ $\therefore$ التفاعل امامي



	H_2	$+$	Cl_2	$\rightleftharpoons$	$2HCl$
التراكيز الابتدائية	0.2		0.2		0.2
التغيير في التراكيز	$-x$		$-x$		$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2 - x$		$0.2 - x$		$0.2 + 2x$

$$K_C = \frac{[HCl]^2}{[H_2]\times[Cl_2]} \Longrightarrow 4 = \frac{(0.2+2x)^2}{(0.2-x)^2} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} 2 = \frac{0.2+2x}{0.2-x} \Longrightarrow 0.4 - 2x = 0.2 + 2x$$

$$\therefore 2x + 2x = 0.4 - 0.2 \Longrightarrow 4x = 0.2 \Longrightarrow x = \frac{0.2}{4} = 0.05\ M$$

$$\therefore [H_2] = [Cl_2] = 0.2 - x = 0.2 - 0.05 = 0.15\ M\ (mol)$$

$$\therefore [HCl] = 0.2 + 2x = 0.2 + 2(0.05) = 0.2 + 0.1 = 0.3\ M\ (mol)$$

(خارج تطبيقي 2019 د1)

للتفاعل المتزن: $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة $(727\,^\circ C)$ وصل التفاعل إلى حالة الاتزان فوجد ان ضغط CO في الفرن تساوي 304 Torr والضغط الكلي يساوي $1atm$، ما ثابت الاتزان K_P للتفاعل؟

الحـــل

$$P_{CO}\ (atm) = 304\ Torr \times \frac{1\ atm}{760\ Torr} = 0.4\ atm$$

$$\therefore P_T = P_{CO} + P_{CO_2} \Longrightarrow P_{CO_2} = 1\ atm - 0.4\ atm = 0.6\ atm$$

$$\therefore K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

2 التعاريف

(تمهيدي 2013) / (تمهيدي احيائي 2017)

عرّف التفاعلات المتجانسة

الحل التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد.

(2013 د1) / (تطبيقي 2017 د3)

عرّف التفاعلات غير الانعكاسية

الحل التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها (عند ظروف معينة) استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة، ولا يكون للمواد الناتجة القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها عند ظروف التفاعل نفسها.

(2013 د2، 2015 د3، 2016 د2، تمهيدي ت 2018، ح 2019 د3)

عرّف قانون فعل الكتلة

الحل عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كُلاً منها مرفوع إلى أس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة.

(2014 د2، نازحين 2015 د1، ت 2017 د2، ت 2018 د2، ت 2019 د1)

عرّف التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة

الحل التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في أكثر من طور واحد.

(2013 د3) / (خاص 2014 د2)

عرّف الاتزان الكيميائي او حالة التوازن

الحل حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل إليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير، مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف.

(تمهيدي 2015) / (خارج 2016 د2)

عرّف التفاعلات الانعكاسية

الحل

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج في بداية التفاعل، ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى.

(خارج 2015) / (احيائي 2017 د2) / (احيائي 2019 د1)

عرّف قاعدة لوشاتليه

الحل

إذا أثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز أو الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فإن هذا التفاعل يتجه باتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة.

3 الفراغات

(تمهيدي 2013) / (تمهيدي 2014)

عند خفض الضغط في خليط متزن $(\Delta n_g = -1)$ فالتفاعل ينزاح نحو..........وثابت الاتزان K_C ......

الحل

الاتجاه الخلفي (المتفاعلات)، لا يتأثر

(2013 د2)

زيادة درجة الحرارة على تفاعل متزن باعث للحرارة يؤدي إلى ترجيح التفاعل.........

الحل

الخلفي (العكسي) الماص للحرارة

(خارج 2013 د1) / (2016 د2) / (خارج احيائي 2018 د2)

يرجح التفاعل...............لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد التفاعل؟

الحل

الخلفي (العكسي) الباعث للحرارة

(2015 د3) / (2016 تمهيدي)

تتوقف العلاقة بين K_C و K_p على قيمة............

الحـــل

Δn_g او عدد المولات

(خارج تمهيدي 2015) / (نازحين احيائي 2017 د2)

عندما $\Delta n_g =$ .... لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان.

الحـــل

صفر

(2016 د3) / (احيائي 2018 د1)

في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند........ درجة الحرارة.

الحـــل

زيادة (رفع)

(خارج 2016 د2)

خفض درجة الحرارة على تفاعل متزن ماص للحرارة يؤدي إلى ترجيح التفاعل........

الحـــل

الخلفي (العكسي)

(خارج 2016 د3)

تكون قيمة ΔG تساوي ΔG° عندما..........

الحـــل

عندما يكون حاصل التفاعل $Q = 1$

(خارج ت 2017 د1، نازحين ت 2017 د3، تمهيدي ت 2019)

العلاقة بين ثابت الاتزان K_C وتراكيز المتفاعلات علاقة..........

الحـــل

علاقة عكسية $K_C = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$

(نازحين 2017 د1)

في التفاعل المتزن $CO_{2\,(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ فإن زيادة الضغط يزيد من استهلاك غاز.......

الحـــل

يزيد من استهلاك غاز $CO_{(g)}$

(تمهيدي تطبيقي 2018)

تفاعل متزن ثابت اتزانه $(K_C = 4)$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فإن ثابت الاتزان ....

الحل
لا يتأثر

(تطبيقي 2018 د2)

عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه $\Delta n_g = +$ فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه.......

الحل
الخلفي (العكسي) او باتجاه المتفاعلات

(تطبيقي 2019 د2)

يترجح التفاعل .... لتفاعل متزن باعث للحرارة عند تسخين إناء التفاعل.

الحل
التفاعل الخلفي (الماص) للحرارة

(تمهيدي احيائي 2017)

عند تقليل الضغط في خليط متزن $(\Delta n_g = +1)$ فالتفاعل ينزاح نحو..........وثابت الاتزان K_C ......

الحل
نحو الامام (النواتج)، ثابت الاتزان لا يتأثر

(خارج احيائي 2017 د2)

.... درجة الحرارة لتفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$.

الحل
ترتفع (لأنه يترجح التفاعل الخلفي الباعث للحرارة)

(احيائي 2018 د2)

في التفاعل الغازي الاتي: $N_2F_4 \rightleftharpoons 2NF_2 \; \Delta H = 38.5 \; KJ/mol$ فإن تسخين خليط الاتزان يرجح التفاعل...... وخفض الضغط على الخليط المتزن يرجح التفاعل....... وسحب NF_2 من خليط الاتزان يرجح التفاعل.......

الحل
الامامي، الامامي، الامامي

(احيائي 2018 د3)

إذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل أصغر من ثابت الاتزان K_C للتفاعل فإن التفاعل يتجه نحو المواد......

الحل
نحو المواد الناتجة

4 أسئلة متنوعة

(2013 د1)

ما تأثير (تقليص الحجم، زيادة درجة الحرارة) على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان لتفاعل غازي باعث للحرارة وان $\Delta n_g = -1$ وذلك حسب قاعدة لوشاتليه؟

الحل



∵ $\Delta n_g = -1$ فهذا يعني ان عدد مولات المواد الناتجة اقل من عدد مولات المواد المتفاعلة حسب المعادلة: $\Delta n_g = \sum n_g (P) - \sum n_g (R)$ وتقليص الحجم يؤدي إلى زيادة الضغط لذا:

العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
تقليص الحجم (زيادة الضغط)	يرجح التفاعل الامامي أي بأتجاه المولات الأقل (النواتج)	لا يتأثر
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل الخلفي الماص للحرارة	تقل قيمته

(2013 د2، ت 2017 د2، ت 2018 د3، ت 2019 د3)

علل/ تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات أخرى وكأنها متوقفة؟

الحل

التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة، لأنه يحدث استهلاك تام لاحد المواد المتفاعلة او جميعها، اما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة باتجاهين وصلت الى حالة الاتزان واصبحت التراكيز ثابتة لذا تبدو وكأنها متوقفة.

(2013 د3) / (نازحين 2015 د1) / (خارج 2016 د2)

علل/ زيادة الضغط على خليط غازي متوازن فيه $(\Delta n_g = +1)$ فإن الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات؟

الحل

Δn_g قيمتها موجبة وهذا يعني ان عدد مولات النواتج في المعادلة أكبر من عدد مولات المواد المتفاعلة، وعند زيادة الضغط فإن التفاعل يتجه نحو عدد المولات الأقل، لذا فأنه يتجه نحو المواد المتفاعلة (الخلفي).

(2014 د1)

للتفاعل المتزن الماص للحرارة الآتي: $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$، ΔH له $428KJ/mol$ ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟ (زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الإناء، خفض درجة الحرارة)

الحل



العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
زيادة الضغط (إنقاص حجم الإناء)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي أي نحو المولات الأقل	لا يتأثر
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (الباعث للحرارة)	تقل قيمته

(2014 د2)

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن الغازي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ $\Delta H = +$

أولاً: تسخين خليط الاتزان في إناء مغلق ثانياً: زيادة الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة.

الحل



العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
تسخين خليط الاتزان	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لأنه ماص للحرارة	تزداد قيمته
زيادة الضغط على الخليط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي أي نحو عدد المولات الأقل	لا يتأثر

(خاص 2014 د2)

علل/ تنخفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 1$ و $Q = \frac{1}{4}$.

الحل



لأن قيمة K_C أكبر من Q فالتفاعل سيتجه نحو النواتج (الامامي). ولأن التفاعل ماص للحرارة فالتفاعل الخلفي باعث أي تصبح كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي أكبر من كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه الخلفي وبذلك تسبب في انخفاض درجة حرارة التفاعل.

(2014 د3، ت 2017 د3، ت 2019 د3، نازحين ت 2017 د2)

التفاعل الغازي المتزن: $Cl_2 + PCl_3 \rightleftharpoons 29.5KJ + PCl_5$، ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟ أ) خفض درجة الحرارة ب) إضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان ج) سحب PCl_3 من خليط الاتزان د) زيادة الضغط على خليط الاتزان د) إضافة العامل المساعد.

الحل

∵ قيمة الطاقة بجانب المتفاعلات ∴ التفاعل ماص للحرارة

العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (الباعث للحرارة)	تقل قيمته
إضافة زيادة من Cl_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في Cl_2	لا تتأثر قيمته
سحب PCl_3	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص في PCl_3	لا تتأثر قيمته
زيادة الضغط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي أي نحو المولات الأقل	لا تتأثر قيمته
إضافة العامل المساعد	يصل التفاعل بزمن اقل إلى حالة الاتزان	لا تتأثر قيمته

(خاص 2014 د3) / (تمهيدي 2016) / (نازحين 2016 د1)

علل/ ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 1$، $Q=3$؟ (خاص 2014 د3)

علل/ ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$، $Q = 1$؟ (تمهيدي 2016)

الحل



لأن قيمة Q أكبر من K_C فالتفاعل سيتجه نحو المتفاعلات (الخلفي) ولأن التفاعل ماص للحرارة فالتفاعل الخلفي باعث للحرارة، أي تصبح كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه الخلفي أكبر من كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي وتسبب ارتفاع حرارة التفاعل لذلك سترتفع حرارة التفاعل.

(خاص 2014 د3) / (نازحين 2016 د1)

التفاعل الآتي الماص للحرارة يجري في إناء مغلق: $CO_{2(g)} + CaO_{(s)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند؟ أولاً: تقليل حجم الإناء ثانياً: إضافة مزيد من CO_2 إلى خليط الاتزان.

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
تقليل حجم الإناء (زيادة الضغط)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي أي نحو المولات الأقل	لا يتأثر
إضافة مزيد من CO_2 إلى الخليط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض من CO_2	لا يتأثر

(تمهيدي 2015) / (2016 د1)

علل/ زيادة الضغط (تقليص الحجم) على خليط غازي متوازن فيه $(\Delta n_g = -1)$ فإن الاتزان ينزاح باتجاه النواتج؟

الحل

Δn_g قيمتها سالبة وهذا يعني ان عدد مولات (او حجوم) النواتج في المعادلة اقل من عدد مولات (او حجوم) المواد المتفاعلة، وعند زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات (او الحجوم) الأقل، لذا فأنه ينزاح باتجاه المواد الناتجة.

(2015 د2، تمهيدي ت 2017، خارج ت 2017 د2، ت 2019 د2)

علل/ قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً

الحل

وذلك لأن التفاعلات غير الانعكاسية يكون أحد تراكيزها او جميعها للمواد المتفاعلة = صفر لأنها تستهلك تماماً لذا فالكمية الناتجة تكون كبيرة جداً وبما ان ثابت الاتزان يتناسب طردياً مع تراكيز المواد الناتجة، لذا تكون قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً.

(2015 د3)

للتفاعل المتزن الاتي: $2Hg_{(l)}+O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$، ΔH للتفاعل تساوي $-181KJ$ عند درجة حرارة $298K$ وK_p للتفاعل تساوي 3.2×10^{20}، بيّن هل قيمة K_p عند $500K$ أكبر ام اقل من قيمتها عند $298K$ للتفاعل نفسه؟ ولماذا؟

الحل

$\because \Delta H = -$ $\therefore$ التفاعل باعث للحرارة عند درجة $298\ K$ وان ثابت الاتزان يساوي $K_P = 3.2\times10^{20}$



$$2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$$

وعند تسخين التفاعل إلى $500\ K$ فإن التفاعل سينحرف بالاتجاه الخلفي (الماص للحرارة) وبالتالي سوف تقل قيمة K_P حسب قاعدة لوشاتليه.

(تمهيدي 2015، تمهيدي ح 2018، خارج ح 2018 د1، ح 2019 د2)

متى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG°، اثبت ذلك حسابياً؟

الحل

تكون قيمة $\Delta G = \Delta G^\circ$ عندما يكون حاصل التفاعل $Q = 1$، أي عندما تتساوى تراكيز النواتج مع المتفاعلات

$$\therefore \Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q \Rightarrow \Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln 1 \Rightarrow \Delta G = \Delta G^\circ + RT(0)$$

$$\therefore \Delta G = \Delta G^\circ$$

$\therefore \ln(1) = 0$

(خارج 2015 د1، 2016 د2، ح 2019 د2، ت 2017 د1، ت 2018 د3)

صف اربعة إجراءات تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن: طاقة + $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ وما تأثير إضافة العامل المساعد (خارج 2015 د1)

ما الإجراءات التي تؤدي إلى رفع المنتوج للتفاعل الغازي الباعث للحرارة: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ (2016 د2)

كيف يمكن زيادة إنتاج الامونيا في التفاعل الغازي الآتي: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92\ KJ$، من خلال تغيير التراكيز والضغط (تطبيقي 2017 د1)

كيف يمكن زيادة إنتاج الامونيا بطريقة هابر؟ $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92\ KJ$ (تطبيقي 2018 د3)

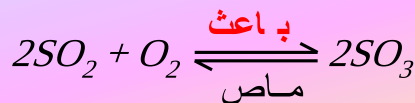
1) زيادة الضغط: لأن $\Delta n_g = -$ وبالتالي سوف ينزاح التفاعل إلى الامام (النواتج) أي نحو المولات الأقل
2) سحب كميات من NH_3 باستمرار.
3) إضافة كميات من N_2 او H_2 او كلاهما باستمرار.
4) تبريد التفاعل باستمرار لأنه تفاعل باعث للحرارة (الطاقة في جانب النواتج)

ولا يؤثر العامل المساعد على سير التفاعل ولكن يؤدي إلى تقليل الوقت اللازم للحصول على الامونيا لأنه يقلل من طاقة التنشيط ويزيد من سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين.

(خارج 2015 د2)

التفاعل المتزن الغازي الآتي: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3\ \Delta H = -198\ KJ$ ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان؟ زيادة درجة الحرارة، تقليل الضغط المسلط

الحل



$$2SO_2 + O_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$$

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
زيادة درجة الحرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (الماص للحرارة)	تقل قيمته
تقليل الضغط المسلط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (نحو عدد المولات الأكبر)	لا تتأثر قيمته

(2016 د3) / (احيائي 2017 د3) / (تمهيدي احيائي 2019)

انخفاض الضغط على خليط متزن فيه $(\Delta n_g = -1)$ فإن الاتزان يتجه نحو المتفاعلات. علل ذلك؟ (2016 د3)

علل/ زيادة حجم إناء التفاعل لتفاعل غازي فيه $(\Delta n_g = -1)$ يؤدي إلى خفض المنتوج؟ (احيائي 2017 د3)

Δn_g قيمتها سالبة وهذا يعني ان عدد مولات (او حجوم) المتفاعلات في المعادلة أكبر من عدد مولات (او حجوم) المواد الناتجة، وعند انخفاض الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات (او الحجوم) الأكبر، لذا فأنه ينزاح باتجاه المواد المتفاعلات.

(خارج 2016 د1) / (تطبيقي 2018 د2)

علل/ يُـعَـدُّ التفاعل باعثاً للحرارة إذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل

الحـــل



انخفـاض قيمـة K_C تعنـي انخفـاض تركيـز النـواتج وزيـادة تركيـز المـواد المتفاعلـة وهـذا يعنـي أن التفاعـل اتجـه نحـو الخلـف وعنـد زيـادة درجـة الحـرارة يتجـه التفاعـل نحـو المـاص للحـرارة، لـذا نستنتج ان التفاعل الخلفي ماص للحرارة والامامي باعث للحرارة، لذا يُعدّ التفاعل باعثاً للحرارة.

(خارج 2016 د3)

للتفاعل المتزن الغازي الآتي: $3A \rightleftharpoons aB$، وجد ان ثابت الاتزان K_C يســاوي 147.6 و K_p يســاوي 6 بدرجة حرارة $27\,^{\circ}C$، بيّن تأثير زيادة الضغط على حالة الاتزان.

الحـــل

$T(K) = {}^{\circ}C + 273 = 27 + 273 = 300\ K$

$K_C = K_p (RT)^{-\Delta n_g} \Longrightarrow 147.6 = 6(0.082\times300)^{-\Delta n_g} \Longrightarrow \frac{147.6}{6} = (0.082 \times 300)^{-\Delta n_g}$

$(24.6)^1 = (24.6)^{-\Delta n_g} \Longrightarrow \therefore \Delta n_g = -1$ (إذا تساوت الاساسات تساوت الأسس)

$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R) \Longrightarrow -1 = a - 3 \Longrightarrow a = -1 + 3 \Longrightarrow a = 2$

$\therefore 3A \rightleftharpoons 2B$

∴ زيادة الضغط يؤدي إلى انزياح التفاعل باتجاه المولات الأقل أي بالاتجاه الامامي

(تمهيدي تطبيقي 2017)

التفاعـل الغـازي المتـزن الباعـث للحـرارة: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ مـا تـأثير كـل مـن العوامـل الاتيـة علـى حالـة الاتـزان وقيمـة ثابـت الاتـزان؟ **خفض درجة الحرارة، زيادة الضغط المسلط على التفاعل، زيادة تركيز (SO_2)، زيادة تركيز (SO_3)، إضافة عامل مساعد**

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (الباعث للحرارة)	تزداد قيمته
زيادة الضغط المسلط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (نحو المولات الاقل)	لا تتأثر قيمته
زيادة تركيز (SO_2)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الزيادة في SO_2	لا تتأثر قيمته
زيادة تركيز (SO_3)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في SO_3	لا تتأثر قيمته
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان	لا تتأثر قيمته

(خارج تطبيقي 2017 د1 + خارج احيائي 2017 د2)

التفاعل المتزن الغازي الآتي: $2O_{3\,(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)} + 284\ KJ/mol$، ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان؟ **أولاً**: زيادة الضغط **ثانياً**: إضافة مزيد من O_2 **ثالثاً**: رفع درجة حرارة النظام **رابعاً**: سحب كمية من O_3 **خامساً**: إضافة عامل مساعد

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
زيادة الضغط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي أي نحو عدد المولات الاقل	لا تتأثر
إضافة مزيد من O_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الزيادة في O_2	لا تتأثر
رفع درجة حرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي الماص للحرارة	تزداد قيمته
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات (الخلفي) الباعث للحرارة	تقل قيمته
سحب كمية من O_3	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص في O_3	لا تتأثر
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان	لا تتأثر

(خارج تطبيقي 2017 د2)

اذكر ثلاث طرق لزيادة ناتج التفاعل الغازي المتزن: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 198.2\ KJ$

الحـــل

1) إضافة كميات من O_2 و SO_2 باستمرار
2) سحب كميات من SO_3 باستمرار
3) تبريد التفاعل باستمرار (خفض درجات الحرارة) لأنه تفاعل باعث للحرارة (الطاقة في جانب النواتج)
4) زيادة الضغط المسلط (تقليص حجم الإناء)

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

في التفاعل الغازي المتزن: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$، إنثالبي التفاعل يســـاوي $29.5KJ/mol$ ما الإجراءات اللازمة لزيادة الناتج؟

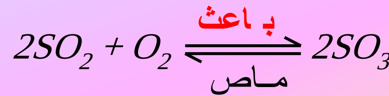
الحـــل

1) إضافة كمية من PCl_5 باستمرار
2) سحب كميات من PCl_3 و Cl_2 باستمرار
3) رفع درجة حرارة التفاعل لأن التفاعل ماص للحرارة
4) تقليل الضغط او زيادة الحجم (ينزاح التفاعل نحو المولات الأكبر أي باتجاه النواتج)

(تمهيدي تطبيقي 2018)

التفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان؟ **نقصان الضغط، تبريد إناء التفاعل، إضافة كمية من** (SO_2)، **سحب كمية من** (SO_3)، **إضافة عامل مساعد.**

الحل



$$2SO_2 + O_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$$

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
نقصان الضغط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (نحو عدد المولات الأكبر)	لا تتأثر قيمته
تبريد إناء التفاعل	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (الباعث للحرارة)	تزداد قيمته
إضافة كمية من (SO_2)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الزيادة في SO_2	لا تتأثر قيمته
سحب كمية من (SO_3)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص في SO_3	لا تتأثر قيمته
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان ولكن يقلل من زمن التفاعل	لا تتأثر قيمته

(تطبيقي 2018 د1)

في التفاعل الغازي المتزن: $2NO_{(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + N_{2(g)} + 180\ KJ$، لا يؤثر تغير الضغط على قيمة K_C للتفاعل؟

الحل

عند زيادة الضغط يتجه التفاعل المتزن الى المولات الأقل ولأن في هذا التفاعل عدد مولات النواتج والمتفاعلات متساوي $(\Delta n_g = 0)$ لذا لن يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط.

(تطبيقي 2018 د1)

التفاعل المتزن الاتي: $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}\quad \Delta H = 284\ KJ/mol$، صف عدد من الإجراءات تؤدي الى رفع كمية O_3 الناتجة من التفاعل.

الحل



$$3O_{2\,(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} 2O_{3\,(g)}$$

1) إضافة كميات من O_2 باستمرار
2) سحب كميات من O_3 باستمرار
3) رفع درجة الحرارة (لأن التفاعل ماص للحرارة) لذا ينزاح التفاعل باتجاه النواتج
4) زيادة الضغط (يؤدي إلى انزياح التفاعل باتجاه النواتج أي نحو عدد المولات الأقل)

(خارج تطبيقي 2018 د1) / (تطبيقي 2019 د1)

علل/ قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة؟

الحل



عند رفع درجة الحرارة فالتفاعل يتجه نحو الماص للتقليل من الفائض بدرجة الحرارة، أي سيتجه التفاعل نحو الامام، لذا تزداد تراكيز النواتج، ولأن K_C قيمته تتناسب طردياً مع تراكيز النواتج لذا تزداد قيمة K_C

(خارج تطبيقي 2018 د1)

للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة: $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ كيف تتغير حالة الاتزان وثابت الاتزان عند: 1) زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن 2) رفع درجة حرارة إناء التفاعل 3) سحب غاز NO_2 المتفاعل عند الاتزان 4) إضافة غاز N_2O_4 المتكوّن عند الاتزان 5) إضافة عامل مساعد.

الحل



العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
زيادة الضغط المسلط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (نحو المولات الأقل)	لا تتأثر
رفع درجة حرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (الماص للحرارة)	تقل قيمته
سحب غاز NO_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي لتعويض النقص في NO_2	لا تتأثر
إضافة غاز N_2O_4	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في N_2O_4	لا تتأثر
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان لكن يصل التفاعل إلى الاتزان بزمن اقل	لا تتأثر

(تطبيقي 2019 د1)

للتفاعل المتزن الماص للحرارة الآتي: $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$، ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان؟ (زيادة حجم الإناء، خفض درجة الحرارة، إضافة كمية من O_2)

الحل



العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
زيادة الحجم (تقليل الضغط)	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات (نحو المولات الأكبر)	لا يتأثر
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل بالاتجاه المتفاعلات (الباعث) للحرارة)	تقل قيمته
إضافة كمية من O_2	ينزاح التفاعل باتجاه النواتج للتخلص من الزيادة في O_2	لا يتأثر

(خارج تطبيقي 2018 د2) (تمهيدي تطبيقي 2019)

التفاعل المتزن الباعث للحرارة: طاقة + $2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \leftrightharpoons 2PbO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$ ، وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان (خفض الضغط المسلط، تبريد اناء التفاعل، تقليل حجم الإناء، إضافة كمية من SO_2، سحب كمية من O_2، إضافة عامل مساعد)

الحــل

العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
خفض الضغط المسلط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (نحو عدد المولات الأكبر)	لا يتأثر
تبريد اناء التفاعل	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (الباعث للحرارة)	تزداد قيمته
تقليل حجم الإناء (زيادة الضغط)	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (نحو عدد المولات الأقل)	لا يتأثر
إضافة كمية من SO_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في SO_2	لا يتأثر
سحب كمية من O_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي لتعويض النقص في O_2	لا يتأثر
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان لكن يصل التفاعل إلى الاتزان بزمن اقل	لا يتأثر

(خارج تطبيقي 2019 د1)

في التفاعل الغازي المتزن التالي: $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ ما تأثير زيادة الضغط وإضافة عامل مساعد على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟

العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
زيادة الضغط	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات (نحو عدد المولات الأقل)	لا تتأثر
إضافة العامل المساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان لكن يصل التفاعل إلى الاتزان بزمن اقل	لا تتأثر

(احيائي 2017 د1)

ما علاقة قيمة ثابت الاتزان مع اتجاه التفاعل؟ وضّح ذلك.

الحــل

1) إذا كانت قيمة K_{eq} أكبر بكثير من الواحد $K_{eq} \gg 1$ ستكون تراكيز النواتج أكبر بكثير من تراكيز المتفاعلات عند حالة الاتزان وعندها يكون الاتزان يميل نحو النواتج (اليمين)

2) إذا كانت قيمة K_{eq} اقل بكثير من الواحد $K_{eq} \ll 1$ ستكون تراكيز المتفاعلات أكبر بكثير من تراكيز النواتج وعندها يكون الاتزان يميل نحو المتفاعلات (اليسار)

3) إذا كانت قيمة K_{eq} تساوي الواحد الصحيح او قيمة مقاربة له، فهذا يعني ان تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل تكاد تكون متساوية

(احيائي 2017 د1)

في التفاعل الافتراضي الغازي: طاقة + $A \rightleftharpoons B$ لا تتغير حرارة إناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي؟

الحــل

عند زيادة الضغط يتجه التفاعل المتزن الى المولات الأقل ولأن في هذا التفاعل عدد مولات النواتج والمتفاعلات متساوي $(\Delta n_g = 0)$ لذا لن يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط.

(احيائي 2017 د2)

علل/ تنخفض قيمة K_C للتفاعلات الباعثة للحرارة عند رفع درجة حرارة التفاعل؟

الحــل



∵ التفاعل باعث للحرارة ∴ عند رفع درجة الحرارة سيؤدي إلى ترجيح التفاعل الماص للحرارة (الخلفي) أي سوف تزداد تراكيز المواد المتفاعلة، وبما ان العلاقة عكسية بين K_C وتراكيز المتفاعلات لذلك ستنخفض قيمة K_C.

(احيائي 2017 د2)

ما علاقة ثابت الاتزان K_C مع حاصل التفاعل Q؟

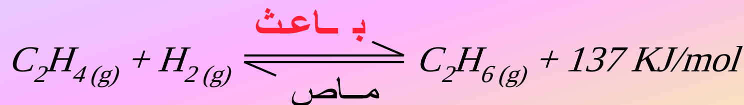
الحــل

1) إذا كانت قيمة K_C أكبر من Q فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي $Q < K_C$
2) إذا كانت قيمة K_C اقل من Q فالتفاعل يسير بالاتجاه الخلفي $Q > K_C$
3) إذا كانت قيمة K_C تساوي Q فالتفاعل في حالة اتزان $Q = K_C$

(نازحين احيائي 2017 د1 + د2) / (خارج احيائي 2018 د2)

التفاعل الغازي المتزن عند $25\,^\circ C$: $C_2H_{4\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6\,(g)} + 137\ KJ/mol$ صف أربعة إجراءات تؤدي إلى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل.

الحــل



1) إضافة كميات من H_2 و C_2H_4 باستمرار
2) سحب كميات من C_2H_6 باستمرار
3) زيادة الضغط المسلط او تقليل حجم الإناء (لأن عدد مولات الناتج اقل من عدد مولات المتفاعلات)
4) تبريد التفاعل باستمرار (لأن التفاعل الامامي باعث للحرارة)

(خارج ح 2017 د1 + نازحين ح 2017 د3 + ح 2019 د1)

للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة: $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان وثابت الاتزان عند: 1) تقليل الحجم 2) رفع درجة حرارة 3) سحب غاز N_2O_4 4) إضافة غاز NO_2 5) إضافة عامل مساعد 6) خفض درجة حرارة إناء التفاعل (احيائي 2019 د1)

الحل

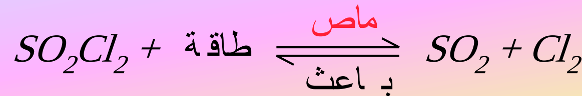


العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
تقليل الحجم (زيادة الضغط)	ينزاح التفاعل باتجاه النواتج (الامامي) نحو المولات الأقل	لا تتأثر
رفع درجة حرارة	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات (الخلفي) لأنه ماص للحرارة	تقل قيمته
سحب غاز N_2O_4	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص في N_2O_4	لا تتأثر
إضافة غاز NO_2	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي للتخلص من الزيادة في NO_2	لا تتأثر
إضافة عامل مساعد	لا يؤثر على حالة الاتزان لكن يصل التفاعل إلى الاتزان بزمن اقل	لا تتأثر
خفض درجة الحرارة	ينزاح التفاعل باتجاه النواتج (الامامي) الباعث للحرارة	تزداد قيمته

(تمهيدي احيائي 2018)

في التفاعل الغازي المتزن $SO_2Cl_2 + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_2 + Cl_2$، بيّن هل ترتفع ام تنخفض حرارة التفاعل عند إضافة (SO_2) إلى خليط الاتزان؟ ولماذا؟

الحل



عند إضافة غاز SO_2 للتفاعل فسوف يترجح التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة في $[SO_2]$ وبذلك سوف ترتفع حرارة التفاعل لأن التفاعل الخلفي باعث للحرارة

(احيائي 2018 د1)

التفاعل الغازي الاتي: $N_2 + O_2 + 180\ KJ \rightleftharpoons 2NO$، صف عدد من الإجراءات التي تؤدي إلى زيادة الناتج.

الحل



1) إضافة كميات من N_2 وO_2 باستمرار
2) سحب كميات من NO باستمرار
3) رفع حرارة التفاعل باستمرار لأن التفاعل الامامي ماص للحرارة

(احيائي 2018 د2)

تتوقف العلاقة بين K_C و K_p على Δn_g، بيّن ذلك مع كتابة العلاقة التي تربط بين K_C و K_p.

الحــل

$K_C = K_p\ (RT)^{-\Delta n_g}$

$K_P = K_C\ (RT)^{\Delta n_g}$

- إذا كانت قيمة Δn_g تساوي صفر فإن قيمة $K_C = K_p$
- إذا كانت قيمة Δn_g موجبة فإن K_p أكبر من K_C ($K_C < K_p$).
- إذا كانت قيمة Δn_g سالبة فإن K_p أصغر من K_C ($K_C > K_p$).

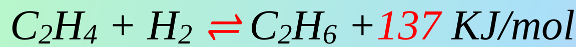
(احيائي 2018 د3)

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل الغازي المتزن الاتي؟

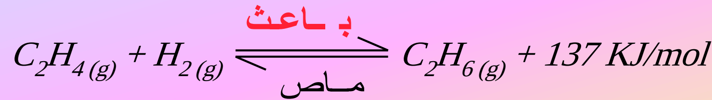
$$C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6 + 137\ KJ/mol$$

1) تسخين خليط الاتزان في وعاء مغلق 2) سحب كمية من الناتج 3) زيادة الضغط على الخليط المتزن بدرجة حرارة ثابتة

الحــل



$$C_2H_{4\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6\,(g)} + 137\ KJ/mol$$



العامل المؤثر	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
تسخين خليط الاتزان	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي (الماص للحرارة)	تقل قيمته
سحب كمية من الناتج	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي لتعويض النقص في C_2H_6	لا يتأثر
زيادة الضغط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي أي باتجاه المولات الاقل	لا يتأثر

(احيائي 2019 د3)

تقليل الضغط على خليط متزن فيه $(\Delta n_g = +1)$ فإن الاتزان ينزاح باتجاه النواتج. علل ذلك؟

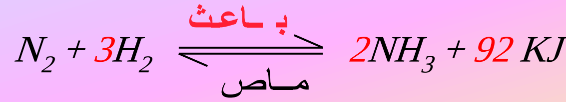
الحــل

Δn_g قيمتها موجبة وهذا يعني ان عدد مولات النواتج في المعادلة أكبر من عدد مولات المواد المتفاعلة، وعند تقليل الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات الأكبر، لذا فأنه يتجه نحو المواد الناتجة (الاتجاه الامامي).

(خارج احيائي 2019 د1)

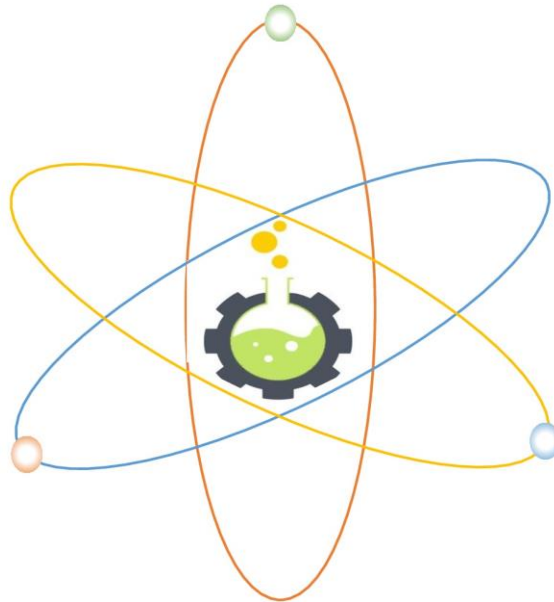
التفاعل الغازي المتزن الآتي: $2NH_3 + 92 \ KJ \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$، ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟ إضافة كمية من NH_3، تبريد إناء التفاعل، زيادة الضغط.

الحل



$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92 \ KJ$$

العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
إضافة كمية من NH_3	ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في NH_3	لا يتأثر
تبريد إناء التفاعل	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (النواتج) الباعث للحرارة	تزداد قيمته
زيادة الضغط	ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي (باتجاه عدد المولات الأقل)	لا يتأثر



الأسئلة والأجوبة النموذجية الوزارية

الاتزان الأيوني

السادس الإحيائي والتطبيقي

داخل القطر

خارج القطر

نازحين

الأستاذ

عمر قصي التويجري

ماجستير علوم كيمياء

07804277116

CHEMISTRY

للأعـــوام 2013 – 2019

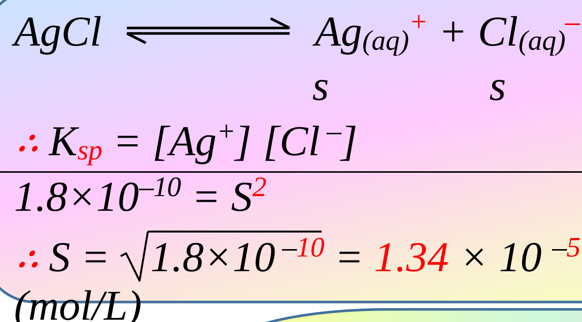
ولكـــافـــة الأدوار

1 المسائل

(تمهيدي 2013)

احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة $AgCl$ $(M=143.5 g/mol)$ في محلوله عند حالة الاتزان، إذا علمت ان: $K_{sp}(AgCl)=1.8\times10^{-10}$، $\sqrt{1.8} = 1.34$

الحل



$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$s \qquad s$

$\therefore K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$

$1.8\times10^{-10} = S^2$

$\therefore S = \sqrt{1.8\times10^{-10}} = 1.34 \times 10^{-5}$ (mol/L)

$S(g/L) = S(mol/L) \times M(g/mol)$

$S(g/L) = 1.34\times10^{-5} \times 143.5$

$S(g/L) = 193 \times 10^{-5} = 1.93 \times 10^{-3}\ g/L$

(تمهيدي 2013)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول يحتوي على الامونيا NH_3 بتركيز $(0.15 mol/L)$ وكلوريد الأمونيوم NH_4Cl بتركيز $(0.3\ mol/L)$، علماً ان: $pK_{b\,(NH_3)} = 4.74$، $log2=0.3$.

الحل

$$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.74 + \log\frac{[0.3]}{[0.15]}$$

$\therefore pOH = 4.74 + \log 2 = 4.74 + 0.3 = 5.04$

$\because pH + pOH = 14$

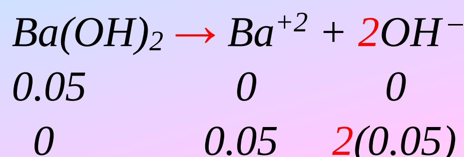
$pH = 14 - pOH$

$\therefore pH = 14 - 5.04 = 8.96$

(تمهيدي 2013)

محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز $0.05M$ فإن pH للمحلول =............

الحل



$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

$0.05 \qquad 0 \qquad 0$

$0 \qquad 0.05 \qquad 2(0.05)$

$\therefore [OH] = 2 \times 0.05 = 0.1 = 10^{-1}\ M$

$\therefore pOH = -\log[OH] = -\log[10^{-1}] = 1$

$pH + pOH = 14 \Longrightarrow \mathbf{pH} = 14 - 1 = 13$

(2013 د1)

ما التأثير الناتج من إضافة $26.75g$ من ملح كلوريد الأمونيوم $(M=53.5g/mol)$ إلى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز $0.1M$ على درجة تفكك القاعدة (الامونيا)؟ علماً ان: $K_{b\,(NH_3)} = 2\times10^{-5}$

الحـل

محلول الامونيا فقط	بعد إضافة كلوريد الأمونيوم
$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^{+} + OH^{-}$ $0.1 \quad 0 \quad 0$ $0.1 - x$ تهمل $\quad x \quad x$	$n\,(NH_4Cl) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{26.75}{53.5} = 0.5mol$ $(\because V = 1L \ \therefore n = M)$
$K_b = \frac{[NH_4^{+}][OH^{-}]}{[NH_3]}$ $2\times10^{-5} = \frac{(x)^2}{(0.1)} \Longrightarrow x^2 = 2\times10^{-6}$ $\therefore x = \sqrt{2\times10^{-6}} = 1.4\times10^{-3}M\,[OH]$	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^{+} + OH^{-}$ $0.1 - x$ تهمل $\quad x \quad x$ $NH_4Cl \longrightarrow NH_4^{+} + Cl^{-}$ $0.5 \quad 0.5 \quad 0.5$ $K_b = \frac{[NH_4^{+}][OH^{-}]}{[NH_3]} = \frac{(x \text{ تهمل} + 0.5)(x)}{(0.1)}$ $2\times10^{-5}\times0.1 = 0.5x$ $\therefore x = \frac{2\times10^{-6}}{0.5} = 4\times10^{-6}M\,[OH]$
درجة التفكك $= \frac{[OH^{-}]}{[NH_3]} = \frac{1.4\times10^{-3}}{0.1}$ درجة التفكك $= 1.4\times10^{-2}$	درجة التفكك $= \frac{[OH^{-}]}{[NH_3]} = \frac{4\times10^{-6}}{0.1} = 4\times10^{-5}$

ومن خلال المقارنة بين قيم درجة التفكك قبل وبعد إضافة ملح كلوريد الأمونيوم، نلاحظ ان درجة التفكك انخفضت بشكل كبير بسبب وجود الأيون المشترك NH_4^{+} الذي يؤدي إلى ترجيح التفاعل العكسي وبالتالي يقلل من عملية تفكك الامونيا NH_3.

(خارج 2013 د1)

ان $[H^{+}]$ المائي في محلول يحتوي على $[OH^{-}]$ المائي بتركيز $0.01\ M$ هي: 10^{-12}، 10^{-10}، 10^{-16}؟

الحـل

$[H^{+}][OH^{-}] = 10^{-14} \Longrightarrow [H^{+}][10^{-2}] = 10^{-14} \Longrightarrow [H^{+}] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}$

(2013 د1) / (نازحين 2015 د1)

إذا علمت ان تركيز أيون الكالسيوم $(M=40g/mol)$ في بلازما الدم يساوي $0.1g/L$ فإذا كان تركيز أيون الاوكزالات فيه يساوي $1\times10^{-7}M$، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 $(K_{sp}=2.24\times10^{-9})$؟

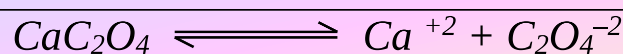
الحــل

❖ لكي يحصل الترسيب يجب ان يكون الحاصل الايوني Q_{sp} أكبر من K_{sp}:

$\therefore K_{sp} > Q_{sp}$ (لا يحدث ترسيب)

$(2.24\times10^{-9} > 25\times10^{-11})$

$$[Ca^{+2}] = \frac{C\ (g/L)}{M\ (g/mol)} = \frac{0.1\ (g/L)}{40\ (g/mol)} = 0.0025M$$



$$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$

$$Q_{sp} = [Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}] = 25\times10^{-4}\times1\times10^{-7}$$

$$\therefore Q_{sp} = 25\times10^{-11}$$

(2013 د2) / (تمهيدي 2016) / (نازحين احيائي 2017 د1)

مزيج بفري مكوّن من حامض النتروز HNO_2، $K_{a(HNO_2)} = 4.5\times10^{-4}$ بتركيز $(0.12M)$ ونتريت الصــوديوم $NaNO_2$ بتركيز $(0.15M)$؟ احســب 1) قيمة الأس الهيدروجيني 2) قيمة pH بعد إضــافة $1g$ من $NaOH$ $(M=40g/mol)$ إلى لتر واحد من محلول البفر $log1.8=0.255$، $log4=0.6$، $log5=0.7$، $log4.5=0.65$.

الحــل

$$n\ (NaOH) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{1}{40} = 0.025mol$$

$(\because V = 1L\ \therefore n = M)$

$$PK_a = -\log(4.5\times10^{-4})$$

$$PK_a = 4 - \log(4.5) = 4 - 0.65$$

$$\therefore pK_a = 3.35$$

1)
$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{[0.15]}{[0.12]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{5}{4}$$

$$pH = 3.35 + \log5 - \log4$$

$$pH = 3.35 + (0.7 - 0.6)$$

$$\therefore pH = 3.35 + 0.1 = 3.45$$

2)
$$pH = pK_a + \log\frac{[salt] + [OH]}{[acid] - [OH]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{[0.15 + 0.025]}{[0.12 - 0.025]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{[0.175]}{[0.095]}$$

$$pH = 3.35 + \log 1.8$$

$$\therefore pH = 3.35 + 0.255 = 3.605 \approx 3.61$$

(2013 د2) / (خارج 2013 د1)

احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند (أ) $pH=6$ (ب) $pH=9$، إذا علمت ان: $K_{sp\ Zn(OH)_2} = 1.2\times10^{-17}$ ثمَّ ناقش النتائج.

الحــل

عند $pH = 9$	عند $pH = 6$
$pOH = 14 - pH \Rightarrow pOH = 14 - 9 = 5$ $\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-5}\ M$	$pOH = 14 - pH \Rightarrow pOH = 14 - 6 = 8$ $\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-8}\ M$
$Zn(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$ $K_{sp} = [Zn^{+2}]\,[OH^-]^2$ $1.2\times10^{-17} = [Zn^{+2}]\,(10^{-5})^2$ $\therefore [Zn^{+2}] = \frac{1.2\times10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2\times10^{-7} M$	$Zn(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$ $K_{sp} = [Zn^{+2}]\,[OH^-]^2$ $1.2\times10^{-17} = [Zn^{+2}]\,(10^{-8})^2$ $\therefore [Zn^{+2}] = \frac{1.2\times10^{-17}}{10^{-16}} = 0.12\ M$

❖ يلاحظ ان قابلية الذوبان في المحلول الحامضي الضعيف $(pH=6)$ قلت بشكل كبير جداً عندما أصبح المحلول قاعدي $(pH=9)$ ويمكن عمل المقارنة بالشكل التالي:

$$\frac{0.12}{1.2\times10^{-7}} = 10^{6}$$

أي ان الذوبانية عند $(pH = 6)$ أكبر بمقدار مليون مرة من الذوبانية عند $(pH = 9)$

(2013 د3، خارج 2013 د1، خارج 2015 د2، نازحين ت 2017 د1)

احسب كتلة كلوريد الامونيوم NH_4Cl $(M=53.5g/mol)$ الواجب إضافتها إلى $500ml$ من محلول $0.15M$ امونيا NH_3 لجعل pH المحلول يساوي (9)، علماً ان: $K_{b\ (NH_3)} = 2\times10^{-5}$، $log2=0.3$.

$pK_b = -\log K_b = -\log(2\times10^{-5})$

$\therefore pK_b = 5 - \log 2 = 5 - 0.3 = 4.7$

$pOH = 14 - pH = 14 - 9 = 5$

$$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.7 + \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.15]}$$

$$5 - 4.7 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.15]} \Rightarrow 0.3 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.15]}$$

$$10^{0.3} = 10^{\log\frac{[NH4Cl]}{[0.15]}} \Rightarrow 2 = \frac{[NH_4Cl]}{[0.15]}$$

$\therefore [NH_4Cl] = 2 \times 0.15 = 0.3M$

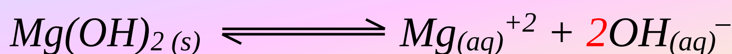
$\therefore m\,(g) = M\,(mol/L) \times V\,(L) \times M\,(g/mol)$

$\therefore m\,(g) = 0.3 \times \frac{500}{1000} \times 53.5 = 8\ g$

(2013 د3)

احسب الذوبانية المولارية لـ $Mg(OH)_2$ $K_{sp}(Mg(OH)_2)=1.8\times10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $pH=11$.

الحل



$$Mg(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Mg_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$$

$$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[OH^-]^2$$

$$1.8\times10^{-11} = [Mg^{+2}]\,(10^{-3})^2$$

$$\therefore [Mg^{+2}] = \frac{1.8\times10^{-11}}{10^{-6}} = 1.8\times10^{-5}M$$

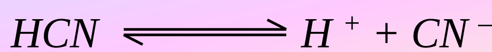
$$pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3$$

$$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-3}\ M$$

(2013 د3)

إذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك $(0.1M)$ حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01%، كم هو ثابت تأين هذا الحامض؟

الحل



HCN	$\rightleftharpoons$	H^+	+	CN^-
0.1		0		0
$0.1 - x$ تهمل		x		x

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(x)^2}{(0.1)} = \frac{(10^{-5})^2}{(0.1)} = \frac{10^{-10}}{0.1} = 10^{-9}$$

$$\text{النسبة المئوية للتفكك }\% = \frac{[^+H]}{[HCN]}\times 100$$

$$0.01 = \frac{x}{0.1}\times 100 \Longrightarrow 100\,x = 10^{-3}$$

$$\therefore\ x = \frac{10^{-3}}{10^2} = 10^{-5}M$$

(2014 تمهيدي)

احسب قيمة pOH لمحلول نترات الأمونيوم NH_4NO_3 بتركيز $0.5M$، وان $pK_{b(NH_3)}=4.74$، علماً ان $log5=0.7$.

الحل

$$pH = \frac{1}{2}(pK_w - pK_b - \log C)$$

$$pH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 - \log 0.5)$$

$$pH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 - \log (5\times10^{-1}))$$

$$pH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 + 1 - \log 5)$$

$$pH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 + 1 - 0.7)$$

$$\therefore pH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 + 0.3) = \frac{1}{2}(9.56) = 4.78$$

$$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 4.78 = 9.22$$

(تمهيدي 2014) / (تمهيدي احيائي 2019)

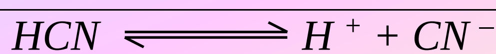
إذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك $(0.1M)$ حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01%، فما قيمة pH المحلول عند إضافة $(0.2M)$ من سيانيد البوتاسيوم KCN إلى لتر واحد من الحامض؟ علماً ان $log2= 0.3$.

الحـــل

$$\text{النسبة المئوية للتفكك } \% = \frac{[^{+}H]}{[HCN]} \times 100$$

$$0.01 = \frac{x}{0.1} \times 100 \Longrightarrow 100\,x = 10^{-3}$$

$$\therefore\ x = \frac{10^{-3}}{10^{2}} = 10^{-5} M$$



$$HCN \rightleftharpoons H^{+} + CN^{-}$$

0.1	0	0
0.1 – x تهمل	x	x

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(x)^2}{(0.1)} = \frac{(10^{-5})^2}{(0.1)} = \frac{10^{-10}}{0.1} = 10^{-9}$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log(10^{-9})$$

$$\therefore pK_a = 9$$

$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

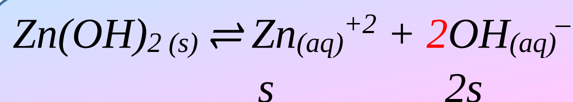
$$pH = 9 + \log\frac{(0.2)}{(0.1)} = 9 + \log 2$$

$$\therefore pH = 9 + 0.3 = 9.3$$

(2014 د1) / (2015 د3) / (تمهيدي 2016) / (تمهيدي ح 2019)

احســـب الذوبانيـــة المولاريـــة والذوبانيـــة بدلالـــة g/L لهيدروكســـيد الخارصـــين $Zn(OH)_2$ $(M=99.4\ g/mol)$ إذا علمت ان: $K_{sp\ Zn(OH)_2} = 1.2\times10^{-17}$، $\sqrt[3]{3} \simeq 1.44$.

الحـــل



$$Zn(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$$

$$s \qquad\qquad 2s$$

$$K_{sp} = [Zn^{+2}]\,[OH^-]^2 = (s)\,(2s)^2 = 4s^3$$

$$1.2 \times 10^{-17} = 4s^3$$

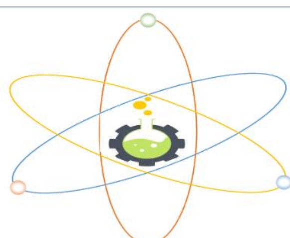
$$s^3 = \frac{12 \times 10^{-18}}{4} = 3 \times 10^{-18}$$

$$\therefore \mathbf{s} = \sqrt[3]{3 \times 10^{-18}} = 1.44 \times 10^{-6}\ M$$

$$s\,(g/L) = s\,(mol/L) \times M\,(g/mol)$$

$$s\,(g/L) = 1.44 \times 10^{-6}\left(\frac{mol}{L}\right) \times 99.4\left(\frac{g}{mol}\right)$$

$$\therefore \mathbf{s} = 143 \times 10^{-6}\ g/L = 1.43 \times 10^{-4}\ g/L$$



(تمهيدي 2014)

احسب الذوبانية المولارية لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 $(M=314g/mol)$ و $pK_{sp} = 4.92$ في:1) الماء النقي 2) محلول $0.15M$ كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 علماً ان: $log1.2=0.08$ و $\sqrt[3]{3}=1.43$ و $\sqrt{0.2}=0.44$.

الحــل

في محلول كبريتات البوتاسيوم	في الماء النقي
$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ \quad SO4^{-2}$ $2y \quad y$ $K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ \quad SO4^{-2}$ $0.15\,M \quad 2(0.15) \quad 0.15$	$pK_{sp} = -\log K_{sp} \Rightarrow K_{sp} = 10^{-pK_{sp}}$ $\therefore K_{sp} = 10^{-4.92} = 10^{-4.92+5-5}$ $K_{sp} = 10^{0.08} \times 10^{-5}$ $\therefore K_{sp} = 1.2 \times 10^{-5}$
$K_{sp} = [Ag^+]^2\,[SO4^{-2}]$ $K_{sp} = (2y)^2\,(y + 0.15)$ (تهمل y) $1.2 \times 10^{-5} = 4y^2 \times 0.15$ $1.2 \times 10^{-5} = 0.6\,y^2$ $\therefore y^2 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.6} = 2 \times 10^{-5} = 0.2\times10^{-4}$ $\therefore y = \sqrt{0.2 \times 10^{-4}} = 0.44 \times 10^{-2}\,M$ $\therefore y = 4.4 \times 10^{-3}\,M$	$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO4^{-2}$ $2s \quad s$ $K_{sp} = [Ag^+]^2\,[SO4^{-2}]$ $K_{sp} = (2s)^2\,(s) = 4s^2 \times s = 4s^3$ $1.2 \times 10^{-5} = 4s^3$ $s^3 = \frac{12 \times 10^{-6}}{4} = 3 \times 10^{-6}$ $\therefore s = \sqrt[3]{3 \times 10^{-6}} = 1.43 \times 10^{-2}\,M$

(2014 د1)

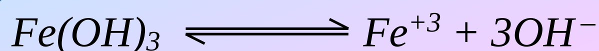
إذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $pH=9$ من مزج NH_3 مع كلوريد الأمونيوم NH_4Cl، كم يجب ان تكون النسبة $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ علماً ان: $K_{b\,(NH_3)} \approx 2 \times 10^{-5}$، $\log 2 = 0.3$.

$pK_b = -\log K_b = -\log(2\times10^{-5})$ $\therefore pK_b = 5 - \log 2 = 5 - 0.3 = 4.7$ $\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 9 = 5$ $pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$	$5 = 4.7 + \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]} \Rightarrow 5 - 4.7 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$ $0.3 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]} \Rightarrow 10^{0.3} = 10^{\log\frac{[NH4Cl]}{[NH3]}}$ $\therefore \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]} = 2$

(2014 د2)

ما أقل دالة حامضية pH لمحلول يحوي أيون الحديد (III) بتركيز يساوي $2\times10^{-10}M$ التي إذا تم الوصول إليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول؟ علماً ان: $K_{sp}=5\times10^{-38}$ وان $\sqrt[3]{250}=6.3$ ، $\log 1.58 = 0.201$.

الحل



$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$$

$$K_{sp} = [Fe^{+3}]\,[OH^-]^3$$

$$5\times10^{-38} = (2\times10^{-10})\,[OH^-]^3$$

$$[OH^-]^3 = \frac{5\times10^{-38}}{2\times10^{-10}} = 250\times10^{-30}$$

$$\therefore [OH^-] = \sqrt[3]{250\times10^{-30}} = 6.3\times10^{-10}\ M$$

(أقل تركيز لأيون OH الذي يبدأ عنده تكّون راسب $Fe(OH)_3$)

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{6.3\times10^{-10}}$$

$$\therefore [H^+] = 1.58\times10^{-5}\ M$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1.58\times10^{-5})$$

$$pH = 5 - \log 1.58 = 5 - 0.201$$

$$\therefore pH = 4.799 \approx 4.8$$

(أقل دالة حامضية يبدأ عندها راسب هيدروكسيد الحديد بالظهور)

(2014 د2) / (2017 احيائي د2)

احسب كتلة ملح خلات الصوديوم CH_3COONa $(M=82g/mol)$ اللازم إضافتها إلى لتر واحد من محلول $(0.125M)$ حامض الخليك للحصول على محلول بفر، تكون قيمة pH له تساوي (4.74) علماً ان: $Ka_{\ CH3COOH}=1.8\times10^{-5}$ وان $\log1.8=0.26$.

الحل

$$pK_a = -\log K_a = -\log(1.8\times10^{-5})$$

$$\therefore pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.74 = 4.74 + \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.125]}$$

$$4.74 - 4.74 = \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.125]}$$

$$0 = \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.125]}$$

$$10^0 = 10^{\log\frac{[CH3COONa]}{[0.125]}} \Rightarrow 1 = \frac{[CH_3COONa]}{[0.125]}$$

$$\therefore [CH_3COONa] = 0.125\ M$$

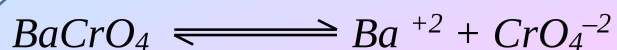
$$\therefore m\,(g) = M\,(mol/L)\times V\,(L)\times M\,(g/mol)$$

$$\therefore m\,(g) = 0.125\times 1L\times 82 = 10.25\ g$$

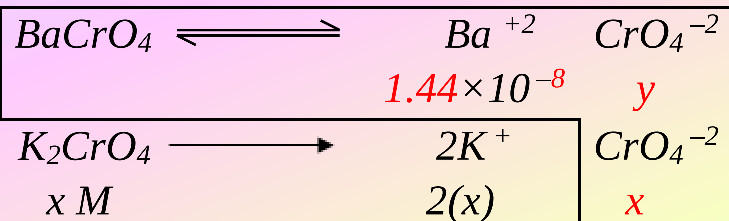
(2014 د3)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبّع تساوي $1.2\times10^{-5}M$، ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 التي يجب إضافتها إلى لتر من المحلول لجعل تركيز أيون الباريوم $1.44\times10^{-8}M$

الحــل



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
$$s \qquad s$$
$$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = s^2$$
$$\therefore K_{sp} = (1.2\times10^{-5})^2 = 1.44\times10^{-10}$$



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} \quad CrO_4^{-2}$$
$$1.44\times10^{-8} \qquad y$$
$$K_2CrO_4 \longrightarrow 2K^+ \quad CrO_4^{-2}$$
$$x\,M \qquad 2(x) \qquad x$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$
$1.44\times10^{-10} = 1.44\times10^{-8}$ (y تهمل $+ x$)
$$\therefore x = \frac{1.44\times10^{-10}}{1.44\times10^{-8}} = 0.01\,M$$
$$\because V = 1L \quad \therefore n = M$$
$$\therefore n(K_2CrO_4) = 0.01\ \mathbf{mol}$$

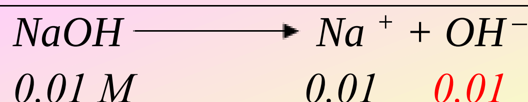
(2014 د3)

احسب مقدار التغير في قيمة الـ pH بعد إضافة $0.01M$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى لتر من محلول بفر مكوّن من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما $0.1\ M$، علماً ان: $Ka_{CH3COOH}=1.8\times10^{-5}$، $\log1.2=0.08$، $\log3=0.477$، $\log1.8=0.26$، $\log11=1.04$.

الحــل

$$pK_a = -\log K_a = -\log(1.8\times10^{-5})$$
$$\therefore pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.1)} = 4.74 + \log 1$$
$$\therefore pH_1 = 4.74$$



$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
$$0.01\,M \qquad 0.01 \qquad 0.01$$

$$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$$
$$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.1 + 0.01]}{[0.1 - 0.01]}$$
$$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.11]}{[0.09]} = 4.74 + \log 1.2$$
$$\therefore pH_2 = 4.74 + 0.08 = 4.82$$
$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.82 - 4.74 = 0.08$$

(خاص 2014 د2) / (نازحين احيائي 2017 د2)

قيمة ثابت حاصل الإذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي 6.5×10^{-9} = K_{sp}، احسب الذوبانية لهذا الملح بالمولارية في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه $0.1\ M$.

(نازحين احيائي 2017 د2): احسب الذوبانية في 1) الماء النقي 2) في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه $0.1\ M$، علماً ان $\sqrt[3]{1.6} = 1.17$.

الحـل

في محلول NaF	في الماء النقي
$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$ $s \quad 2s$ $NaF \longrightarrow Na^+ \quad F^-$ $0.1\ M \quad 0.1 \quad 0.1$	$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$ $s \quad 2s$
$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$ $6.5 \times 10^{-9} = (s)\,(2s$ تهمل $+ 0.1)^2$ $6.5 \times 10^{-9} = (s)\,(0.01)$ $\therefore s = \dfrac{6.5 \times 10^{-9}}{0.01} = 6.5 \times 10^{-7}\ M$	$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2 = (s)\,(2s)^2$ $\therefore K_{sp} = 4s^3$ $6.5 \times 10^{-9} = 4s^3$ $s^3 = \dfrac{6.5 \times 10^{-9}}{4} = 1.6 \times 10^{-9}$ $\therefore s = \sqrt[3]{1.6 \times 10^{-9}} = 1.17 \times 10^{-3}\ M$

(خاص 2014 د2)

احسب تركيز أيون H^+ و pH لمحلول مكوّن من مزيج $0.1\ M$ حامض الخليك CH_3COOH و $0.2\ M$ خلات الصوديوم CH_3COONa، علماً ان $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ لحامض الخليك و $\log 1.8 = 0.26$، $\log 2 = 0.3$.

الحـل

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{(0.1)}{(0.2)}$$

$$[H^+] = 18 \times 10^{-6} \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore [H^+] = 9 \times 10^{-6}\ M$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_a = -\log (1.8 \times 10^{-5})$$

$$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$$

$$\therefore pK_a = 4.74$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 4.74 + \log \frac{(0.2)}{(0.1)}$$

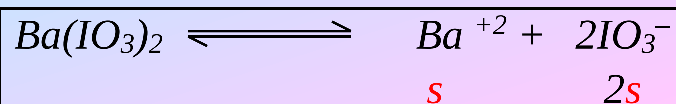
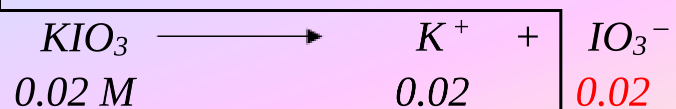
$$pH = 4.74 + \log 2$$

$$\therefore pH = 4.74 + 0.3 = 5.04$$

(خاص 2014 د3) / (نازحين 2016 د1)

مــا هــي الذوبانيــة المولاريــة (mol/L) والذوبانيــة بدلالــة (g/L) لملــح يــودات البــاريوم $Ba(IO_3)_2$ $(M=487g/mol)$ $(K_{sp}=1.57\times10^{-9})$ في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02\ mol/L$.

الحــل

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$$
$$s \qquad 2s$$
$$KIO_3 \longrightarrow K^+ + IO_3^-$$
$$0.02\ M \qquad 0.02 \qquad 0.02$$

$$K_{sp} = [Ba^+]\,[IO_3^-]^2$$
$1.57\times10^{-9} = (s)\,(2s$ تهمل $+ 0.02)^2$
$$1.57\times10^{-9} = (s)\,(4\times10^{-4})$$

$$s = \frac{1.57\times10^{-9}}{4\times10^{-4}} = 0.39\times10^{-5}M$$
$$\therefore s = 3.9\times10^{-6}M$$

$$s\,(g/L) = s\left(\frac{mol}{L}\right)\times M\left(\frac{g}{mol}\right)$$
$$s\,(g/L) = 3.9\times10^{-6}\left(\frac{mol}{L}\right)\times 487\left(\frac{g}{mol}\right)$$
$$\therefore s = 1899\times10^{-6} \simeq 0.19\times10^{-2}\ g/L$$

(خاص 2014 د3) / (نازحين 2015 د 1 + نازحين 2016 د1)

احســب قيمــة الأس الهيــدروجيني pH: 1) للتــر مــن محلــول بفــر مكــوّن مــن حــامض الخليــك بتركيــز $(0.1M)$ وخــلات الصــوديوم بتركيــز $(0.1M)$. 2) لــنفس محلــول بفــر لكــن بعــد إضــافة $1ml$ مــن محلــول هيدروكســيد الصــوديوم تركيــزه $10M$، ثــم احســب مقــدار التغيــر الحاصــل فــي قيمة pH وناقش النتيجة، علماً ان $log3= 0.477$، $log11=1.04$، $pK_a=4.74$.

الحــل

$$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.1)}$$
$$\therefore pH_1 = 4.74 + \log 1 = 4.74$$

$$M_1\times V_1 = M_2\times V_2$$
$$10M\times1ml = M_{NaOH}\times1000ml$$
$$\therefore M_{NaOH} = \frac{10\times1}{1000} = 0.01\ M$$



$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
$$0.01 \qquad 0.01 \qquad 0.01$$

$$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$$
$$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.1 + 0.01]}{[0.1 - 0.01]} = 4.74 + \log\frac{[0.11]}{[0.09]}$$
$$pH_2 = 4.74 + \log 11 - \log 9$$
$$pH_2 = 4.74 + 1.04 - \log(3)^2$$
$$pH_2 = 4.74 + 1.04 - 2(\log 3)$$
$$\therefore pH_2 = 4.74 + 1.04 - 2(0.477) = 4.826$$
$$\therefore \Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.826 - 4.74 = 0.086$$

(تمهيدي 2015)

نصف لتر من محلول HCN $0.1M$ و KCN $0.3M$، احسب التغير في قيمة pH عند إضافة $0.025mol$ من H_2SO_4، علماً ان: $pK_a=9.31$، $\log 3 = 0.48$.

الحــل

$$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH_1 = 9.31 + \log\frac{(0.3)}{(0.1)} = 9.31 + \log 3$$

$$\therefore pH_1 = 9.31 + 0.48 = 9.79$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.025\ mol}{0.5L} = 0.05\ M\ (H_2SO_4)$$



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$



$$0.05 \qquad 2(0.05) \qquad 0.05$$

$$\therefore [H^+] = 2 \times 0.05 = 0.1\ M$$

$$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

$$pH_2 = 9.31 + \log\frac{0.3 - 0.1}{0.1 + 0.1}$$

$$pH_2 = 9.31 + \log\frac{0.2}{0.2}$$

$$\therefore pH_2 = 9.31 + \log 1 = 9.31$$

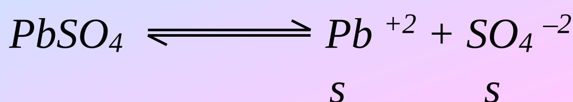
$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

$$\therefore \Delta pH = 9.31 - 9.79 = -0.48$$

(تمهيدي 2015)

ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبّع $1\times10^{-4}M$، كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز $10M$ يجب اضافته إلى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته $10^{-6}M$؟

الحــل

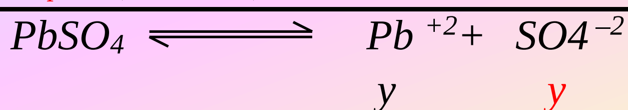


$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad s \qquad s$$

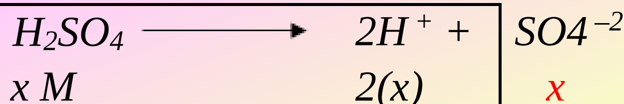
$$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = s^2$$

$$K_{sp} = (1\times10^{-4})^2 = 1\times10^{-8}$$



$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO4^{-2}$$

$$\qquad y \qquad y$$



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO4^{-2}$$

$$x\ M \qquad 2(x) \qquad x$$

$$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$1\times10^{-8} = (10^{-6})(\underline{10^{-6}}$ تهمل $+ x)$

$$\therefore x = \frac{1\times10^{-8}}{10^{-6}} = 10^{-2}\ M\ (H_2SO_4)_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (H_2SO_4)$$

$$10 \times V_1 = 10^{-2} \times 1000\ ml$$

$\therefore V_1 = \frac{0.01 \times 1000}{10} = 1\ ml$ حجم حامض الكبريتيك

(2015 د1)

احسب مقدار التغير لـ pH بعد إضافة $0.01M$ من حامض الكبريتيك H_2SO_4 إلى لتر من محلول بفر مكوّن من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa، تركيز كل منهما $0.1M$، علماً ان: $K_{a\ CH_3COOH}=1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log3=0.477$، $log1.8=0.26$.

الحل

$pK_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$

$\therefore pK_a = 4.74$

$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.1)}$

$\therefore pH_1 = 4.74 + \log 1 = 4.74$



$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

$0.01 \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$

$\therefore [H^+] = 0.02\ M$

$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$

$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.1-0.02]}{[0.1+0.02]} = 4.74 + \log\frac{[0.08]}{[0.12]}$

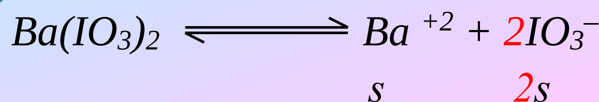
$pH_2 = 4.74 + \log\frac{2}{3} = 4.74 + \log 2 - \log 3$

$\therefore pH_2 = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.563 - 4.74 = -0.177$

(2015 د1)

إذا علمت ان قابلية ذوبان ملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ تساوي $3.9\times10^{-4} mol/L$ في الماء النقي، احسب قابلية ذوبانه في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02mol/L$.



$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$

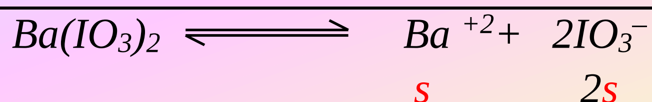
$\qquad s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{sp} = (s)(2s)^2 = 4s^3$

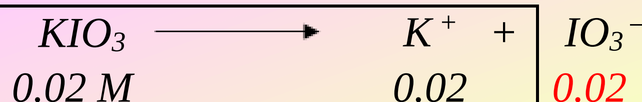
$K_{sp} = 4(3.9\times10^{-4})^3 = 4 \times 59.32 \times 10^{-12}$

$\therefore K_{sp} = 237.28 \times 10^{-12}$



$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$

$\qquad s \qquad 2s$



$KIO_3 \longrightarrow K^+ + IO_3^-$

$0.02\ M \qquad 0.02 \qquad 0.02$

$K_{sp} = [Ba^+][IO_3^-]^2$

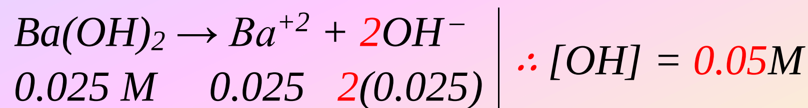
$237.28 \times 10^{-12} = (s)(2s$ تهمل $+ 0.02)^2$

$237.28 \times 10^{-12} = (s)(4 \times 10^{-4})$

$\therefore s = \frac{237.28 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} = 59.32 \times 10^{-8} M$

(2015 د2)

احسب التغير في قيمة الـ pH بعد إضافة $(0.025M)$ $Ba(OH)_2$ إلى $1L$ من محلول بقر مكوّن من NH_3 $0.1M$ و$0.3M$ NH_4Cl، علماً ان: $K_{b\,(NH_3)} = 2\times10^{-5}$، $log3=0.47$، $log1.6=0.2$، $log5=0.7$، $log2=0.3$.



$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

$0.025\,M \quad 0.025 \quad 2(0.025)$

$\therefore [OH] = 0.05M$

$pK_b = -\log K_b = -\log(2\times10^{-5})$

$\therefore pK_b = 5 - \log 2 = 5 - 0.3 = 4.7$

$pOH_1 = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$pOH_1 = 4.7 + \log\frac{[0.3]}{[0.1]}$

$pOH_1 = 4.7 + \log 3$

$\therefore pOH_1 = 4.7 + 0.47 = 5.17$

$\because pH + pOH = 14$

$\therefore pH_1 = 14 - 5.17 = 8.83$

$pOH_2 = pK_b + \log\frac{[salt]-[OH]}{[base]+[OH]}$

$pOH_2 = 4.7 + \log\frac{[0.3-0.05]}{[0.1+0.05]}$

$pOH_2 = 4.7 + \log\frac{0.25}{0.15} = 4.7 + \log\frac{5}{3}$

$pOH_2 = 4.7 + \log 5 - \log 3$

$\therefore pOH_2 = 4.7 + 0.7 - 0.47 = 4.93$

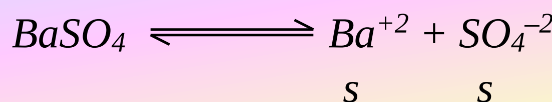
$\therefore pH_2 = 14 - 4.93 = 9.07$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.07 - 8.83 = 0.24$

(2015 د2)

إذا علمت ان لتراً واحداً من محلول مائي مشـــبّع يحوي $0.0025g$ من ملح $BaSO_4$ الذائب $(M=233g/mol)$ احسب K_{sp} له.

الحـــل



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\quad s \qquad\quad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1.1\times10^{-5})^2 = 1.21\times10^{-10}$

$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{0.0025}{233} = \frac{25\times10^{-4}}{233}$

$\therefore n = 1.1\times10^{-5}$ **mol** $(\because V=1L \;\therefore n = M)$



(2015 د3)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول يحتوي NH_3 بتركيز $0.2M$ و NH_4Cl بتركيز $0.4M$، وقارن النتيجة مع قيمة pH محلول الامونيا بتركيز $0.2M$ علماً ان: $pK_b = 4.7$، $log2 = 0.3$.

الحل

بوجود الامونيا فقط


$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$


$0.2 \quad 0 \quad 0$


$0.2 - x$ تهمل $\quad x \quad x$

$\therefore K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{x^2}{(0.2 - x \text{ تهمل})} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{x^2}{(0.2)}$

$x^2 = 4\times10^{-6} \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} x = 2 \times 10^{-3}\ M\ [OH]$

$pOH = -\log[OH] = -\log[2\times10^{-3}]$

$\therefore pOH = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - pOH$

$\therefore pH = 14 - 2.7 = 11.3$

$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$pOH = 4.7 + \log\frac{[0.4]}{[0.2]}$

$pOH = 4.7 + \log 2$

$\therefore pOH = 4.7 + 0.3 = 5$

$\because pH = 14 - pOH$

$\therefore pH = 14 - 5 = 9$

$K_b = 10^{-pK_b}$

$K_b = 10^{-4.7} = 10^{-4.7+5-5}$

$K_b = 10^{0.3} \times 10^{-5}$

$K_b = 2 \times 10^{-5}$

∴ قيمة pH بوجود كلوريد الأمونيوم NH_4Cl اقل من عدم وجوده بسبب تأثير الأيون المشترك NH_4^+

(خارج تمهيدي 2015)

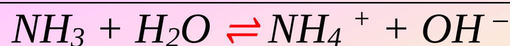
محلول الامونيا حجمه لتر ودالته الحامضية 11 ودرجة تفككه فيه الامونيا 0.02، احسب pH المحلول بعد إضافة 0.1 mol من NH_4Cl. $\log 2 = 0.3$.

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3$

$[OH] = 10^{-pOH} = 10^{-3}\ M$

درجة التفكك $= \frac{[OH]}{[base]} \Rightarrow 0.02 = \frac{10^{-3}}{[NH_3]}$

$\therefore [NH_3] = \frac{10^{-3}}{2\times10^{-2}} = 0.05\ M$


$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$


$0.05 \quad 0 \quad 0$


$0.05 - 10^{-3}$ يهمل $\quad 10^{-3} \quad 10^{-3}$

$\therefore K_b = \frac{[NH_4^+][OH]}{[NH_3]} = \frac{(10^{-3})^2}{(0.05)} = \frac{10^{-6}}{5\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}$

$pK_b = -\log K_b = -\log(2\times10^{-5}) = 5 - \log 2$

$\therefore pK_b = 5 - 0.3 = 4.7$

$\because V = 1L \therefore n = M \Rightarrow M\ (NH_4Cl) = 0.1$ mol/L

$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.7 + \log\frac{0.1}{0.05}$

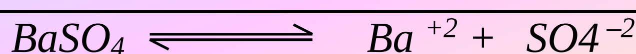
$\therefore pOH = 4.7 + \log 2 = 4.7 + 0.3 = 5$

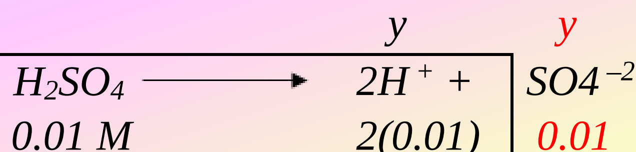
$\therefore pH = 14 - 5 = 9$

(خارج تمهيدي 2015)

ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبّع منه، علماً ان $K_{sp}=1.6\times10^{-10}$ وما ذوبانيته بعد إضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه $10M$ إلى لتر من المحلول المشبّع؟ $\sqrt{1.6} = 1.26$.

الحل



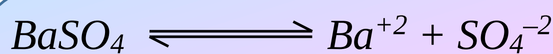
$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\quad y \qquad y$$


$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$
$$0.01\ M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

$K_{sp} = (y)(y$ تهمل $+ 0.01)$

$1.6\times10^{-10} = y\,(0.01)$

$\therefore y = \frac{1.6\times10^{-10}}{10^{-2}} = 1.6\times10^{-8}\ M$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\quad s \qquad s$$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$

$\therefore s^2 = 1.6\times10^{-10}$

$\therefore s = \sqrt{1.6\times10^{-10}} = 1.26\times10^{-5}\ M$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

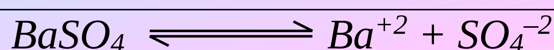
$\therefore M_2 = \frac{10M \times 1ml}{1000ml} = 0.01\ M\ (H_2SO_4)$

(خارج 2015 د1)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح كبريتات الباريوم $(BaSO_4)$ في محلولها المائي المشبّع يساوي $1\times10^{-5}M$، هل نتوقع ان تترسب كبريتات الباريوم في محلول يحتوي على $[Ba^{+2}] = 0.01\ M$ و $[SO_4^{-2}] = 0.0002\ M$؟ وضّح ذلك.

الحل

❖ لكي يحصل الترسيب يجب ان يكون الحاصل الايوني Q_{sp} أكبر من K_{sp}:



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\quad s \qquad s$$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1\times10^{-5})^2 = 1\times10^{-10}$

$Q_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = (0.01)(2\times10^{-4}) = 2\times10^{-6}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$ (يحصل ترسيب $\therefore$)

$2\times10^{-6} > 1\times10^{-10}$



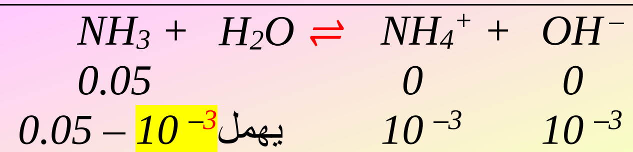
(خارج 2015 د1)

لتر من محلول الامونيا بتركيز $(0.05\ M)$ النسبة المئوية للتفكك 2%، احسب K_b ودرجة التأين.

الحـــل

$$\% \text{ للتأين} = \frac{[OH]}{[base]} \times 100 \Rightarrow 2 = \frac{[OH]}{(0.05)} \times 100$$

$$\therefore [OH] = \frac{2 \times 0.05}{100} = \frac{0.1}{100} = 0.001 = 1 \times 10^{-3}\ M$$



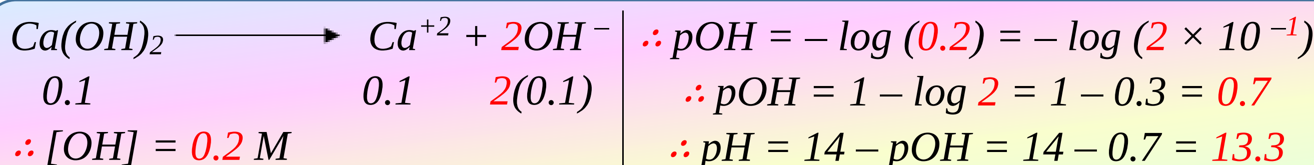
$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

NH_3	NH_4^+	OH^-
0.05	0	0
$0.05 - 10^{-3}$ يهمل	10^{-3}	10^{-3}

$$\therefore K_b = \frac{[NH_4^+][OH]}{[NH_3]} = \frac{(10^{-3})^2}{(0.05 - 10^{-3})} = \frac{10^{-6}}{0.05} = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = 0.2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5}$$

(خارج 2015 د1)

محلول مائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه $0.1\ M$ فإن pH له……



$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$$

$$0.1 \qquad 0.1 \qquad 2(0.1)$$

$$\therefore [OH] = 0.2\ M$$

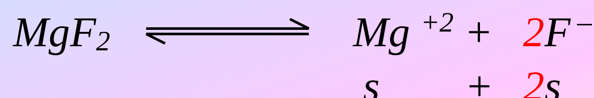
$$\therefore pOH = -\log(0.2) = -\log(2 \times 10^{-1})$$

$$\therefore pOH = 1 - \log 2 = 1 - 0.3 = 0.7$$

$$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 0.7 = 13.3$$

(خارج 2015 د2)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح فلوريد المغنيســـيوم MgF_2 في الماء النقي هي 1.18×10^{-3}، احســـب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه $0.1\ M$.



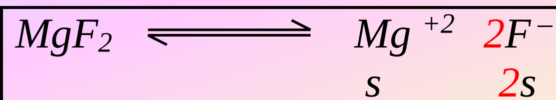
$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$

$$s \qquad + \qquad 2s$$

$$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

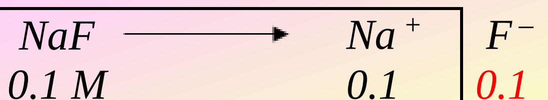
$$\therefore K_{sp} = 4 \times (1.18 \times 10^{-3})^3$$

$$K_{sp} = 4 \times (1.64 \times 10^{-9}) = 6.57 \times 10^{-9}$$



$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} \quad 2F^-$$

$$s \qquad 2s$$



$$NaF \longrightarrow Na^+ \quad F^-$$

$$0.1\ M \qquad 0.1 \qquad 0.1$$

$$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2$$

$$6.57 \times 10^{-9} = (s)(2s \text{ تهمل} + 0.1)^2$$

$$6.57 \times 10^{-9} = (s)(0.01)$$

$$\therefore s = \frac{6.57 \times 10^{-9}}{0.01} = 6.57 \times 10^{-7}\ M$$

(نازحين 2015 د1)

كم **كتلة** هيدروكسيد البوتاسيوم KOH $(M=56g/mol)$ اللازم إضافتها إلى $400ml$ من الماء لتصبح pH المحلول الناتج تساوي (11)؟

الحل

$\therefore m\ (g) = M\ (mol/L) \times V\ (L) \times M\ (g/mol)$

$m\ (g) = 0.001 \times \frac{400}{1000} \times 56 = 224 \times 10^{-4}\ g$

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3$

$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-3} = 0.001\ M$

(2016 د1)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH: 1) **للتر** من محلول بفر مكوّن من **الامونيا** و**كلوريد الأمونيوم** بتركيز $(0.1M)$ لكل منهما. 2) بعد إضافة $(2ml)$ من محلول **هيدروكسيد** الصوديوم بتركيز $5M$ ثم احسب مقدار **التغير** الحاصل في قيمة pH علماً ان: $log11=1.04$، $log3= 0.477$، $log1.8= 0.26$، $K_{b\ (NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$.

الحل

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$5M \times 2ml = M_{NaOH} \times 1000ml$ (يهمل **التغيير** في الحجم)

$\therefore M_{NaOH} = \frac{5M \times 2ml}{1000ml} = 0.01\ M$

$pK_b = -\log K_b$

$pK_b = -\log (1.8\times10^{-5})$

$pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$

$\therefore pK_b = 4.74$



$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$0.01\ M \qquad 0.01 \qquad 0.01$

$pOH_2 = pK_b + \log \frac{[salt] - [OH]}{[base] + [OH]}$

$\therefore pOH_2 = 4.74 + \log \frac{[0.1 - 0.01]}{[0.1 + 0.01]}$

$\therefore pOH_2 = 4.74 + \log \frac{[0.09]}{[0.11]}$

$pOH_1 = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$

$pOH_1 = 4.74 + \log \frac{(0.1)}{(0.1)}$

$pOH_1 = 4.74 + \log 1$

$\therefore pOH_1 = 4.74$

$\therefore pH_1 = 14 - pOH = 14 - 4.74$

$\therefore pH_1 = 9.26$

$\therefore pOH_2 = 4.74 + \log 9 - \log 11 = 4.74 + \log (3)^2 - 1.04$

$\therefore pOH_2 = 4.74 + 2(\log 3) - 1.04 = 4.74 + 2(0.477) - 1.04 = 4.654$

$\therefore pH_2 = 14 - pOH_2 = 14 - 4.654 = 9.346$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.346 - 9.26 = 0.086$

(2016 د1)

ما ذوبانية كبريتات الرصـــاص $(PbSO_4)$؟ 1) في المحلول المائي المشـــبّع؟ 2) بعد إضـــافة $2ml$ من Na_2SO_4 تركيزه $(10M)$ إلى لتر من المحلول المشبّع منه؟ علماً ان: $(K_{sp(PbSO4)} = 1.6\times10^{-8})$ ، $\sqrt{1.6}=1.26$.

الحـــل

في المحلول المائي المشبّع

$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$s \quad s$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = s^2$

$1.6\times10^{-8} = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{1.6\times10^{-8}}$

$\therefore s = 1.26\times10^{-4}\ M$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$10M \times 2ml = M_{Na_2SO_4} \times 1000ml$

$\therefore M_{Na_2SO_4} = \dfrac{10M \times 2ml}{1000ml} = 0.02\ M$

(يهمل التغيير في الحجم)

في محلول Na_2SO_4

$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO4^{-2}$

$y \quad y$

$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^{+} + SO4^{-2}$

$0.02\ M \quad 2(0.02) \quad 0.02$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6\times10^{-8} = (y)(y$ تهمل $+ 0.02)$

$\therefore y = \dfrac{1.6\times10^{-8}}{0.02} = \dfrac{1.6\times10^{-8}}{2\times10^{-2}} = 8\times10^{-7}\ M$

(2016 د2)

إذا علمـــت ان الذوبانيـــة المولاريـــة لكرومـــات البـــاريوم $BaCrO_4$ فـــي المحلـــول المـــائي المشـــبع تســـاوي $1.1\times10^{-5}M$، مـــا عـــدد مـــولات كلوريـــد البـــاريوم $BaCl_2$ التـــي يجـــب إضـــافتها إلـــى لتـــر مـــن المحلـــول لجعـــل تركيز أيون الكرومات $1.21\times10^{-8}M$.

الحـــل

$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$s \quad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1.1\times10^{-5})^2$

$\therefore K_{sp} = 1.21\times10^{-10}$

$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$y \quad 1.21\times10^{-8}$

$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-}$

$x\ M \quad x \quad 2x$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.21\times10^{-10} = (y$ تهمل $+ x)(1.21\times10^{-8})$

$\therefore x = \dfrac{1.21\times10^{-10}}{1.21\times10^{-8}} = 10^{-2} = 0.01\ M$

$\because V = 1L \therefore n = M$

$\therefore n_{(BaCl_2)} = 0.01$ **mol**

(2016 د2)

احسب كتلة كلوريد الامونيوم NH_4Cl $(M=53.5 g/mol)$ الواجب إضافتها إلى ربع لتر من محلول $0.2M$ امونيا لجعل pH المحلول يساوي (9)، علماً ان: $K_{b\,(NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$، $log1.8=0.26$.

الحل

$$pOH = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[NH_4Cl]}{[0.2]}$$

$$5 - 4.74 = \log \frac{[NH_4Cl]}{[0.15]} \Rightarrow 0.26 = \log \frac{[NH_4Cl]}{[0.2]}$$

$$\therefore 10^{0.26} = 10^{\log \frac{[NH_4Cl]}{[0.2]}} \Rightarrow 1.8 = \frac{[NH_4Cl]}{[0.2]}$$

$$\therefore [NH_4Cl] = 1.8 \times 0.2 = 0.36\ M$$

$$pK_b = -\log K_b$$

$$pK_b = -\log (1.8 \times 10^{-5})$$

$$pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$$

$$\therefore pK_b = 4.74$$

$$pH + pOH = 14$$

$$\therefore pOH = 14 - pH$$

$$pOH = 14 - 9$$

$$\therefore pOH = 5$$

$\therefore m\,(g) = M\,(mol/L) \times V\,(L) \times M\,(g/mol)$ ($\therefore$ ربع لتر $= 0.25\ L$)

$$m\,(g) = 0.36 \times 0.25 \times 53.5 = 4.82\ g$$

(2016 د3)

احسب مقدار التغير لـ pH بعد إضافة $2g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M=40\ g/mol)$ الى لتر واحد من محلول بقر مكوّن من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما $0.2\ M$، علماً ان: $K_{a\,CH_3COOH}=1.8\times10^{-5}$، $log5=0.7$، $log3=0.477$، $log1.8=0.26$.

$$M_{(NaOH)} = \frac{m\,(g)}{M\,(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2}{40} \times \frac{1}{1} = 0.05\ mol/L$$

$NaOH$  $Na^{+} + OH^{-} (0.05\ M)$

$$\therefore pH_2 = pK_a + \log \frac{[salt + OH]}{[acid - OH]} = 4.74 + \log \frac{[0.2 + 0.05]}{[0.2 - 0.05]}$$

$$pH_2 = 4.74 + \log \frac{[0.25]}{[0.15]} = 4.74 + \log \frac{5}{3}$$

$$pH_2 = 4.74 + \log 5 - \log 3 = 4.74 + 0.7 - 0.477$$

$$\therefore pH_2 = 4.936$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.963 - 4.74 = 0.223$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_a = -\log (1.8\times10^{-5})$$

$$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$$

$$\therefore pK_a = 4.74$$

$$pH_1 = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

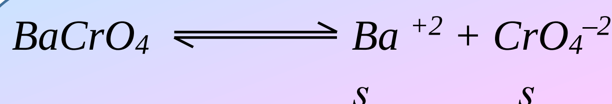
$$pH_1 = 4.74 + \log \frac{(0.2)}{(0.2)}$$

$$\therefore pH_1 = 4.74 + \log 1 = 4.74$$

(2016 د3)

إذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي 1.1×10^{-5} M في محلولها المائي المشبّع، احسب ذوبانيتها في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.1 M.

الحـــل

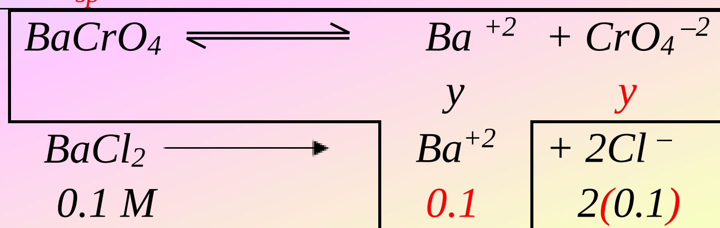


$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
$$\quad\quad\quad s \quad\quad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = s^2$$

$$\therefore K_{sp} = (1.1\times10^{-5})^2$$

$$\therefore K_{sp} = 1.21 \times 10^{-10}$$



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
$$\quad\quad\quad y \quad\quad y$$

$$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-}$$
$$0.1\,M \quad\quad 0.1 \quad\quad 2(0.1)$$

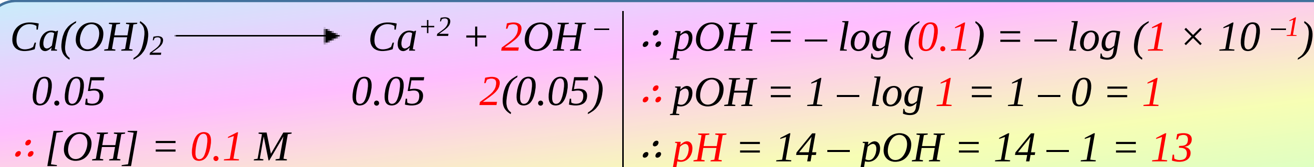
$$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$1.21\times10^{-10} = (y$ تهمل $+ 0.1)(y)$

$$\therefore y = \frac{1.21 \times 10^{-10}}{0.1} = 1.21 \times 10^{-9}\ M$$

(2016 د2)

محلول مائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه $(0.05M)$ فإن قيمة pH له تساوي.............



$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^{-}$$
$$0.05 \quad\quad 0.05 \quad\quad 2(0.05)$$

$$\therefore [OH] = 0.1\ M$$

$$\therefore pOH = -\log(0.1) = -\log(1 \times 10^{-1})$$

$$\therefore pOH = 1 - \log 1 = 1 - 0 = 1$$

$$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$

(خارج 2016 د1)

مــا قيمــة ثابــت التحلــل المــائي لملــح خــلات الصــوديوم CH_3COONa إذا علمــت ان $1L$ منــه بتركيز 0.2 M يحتوي على تركيز أيونات الهيدروجين يساوي 1×10^{-9}M؟

الحـــل

$[H^+] = \sqrt{\dfrac{K_w \times K_a}{[C]}} \Rightarrow 1 \times 10^{-9} = \sqrt{\dfrac{10^{-14} \times K_a}{0.2}}$ (بتربيع الطرفين) $\Rightarrow 10^{-18} = \dfrac{10^{-14} \times K_a}{0.2}$

$$\therefore K_a = \frac{10^{-18} \times 0.2}{10^{-14}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\therefore K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = 0.5 \times 10^{-9}$$

(خارج 2016 د1)

احسب مقدار التغير في قيمة الــــ pH بعد إضافة $20ml$ من $0.2M$ حامض الخليك $CH3COOH$ إلى $20ml$ من $0.1M$ هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$، علماً ان $K_a\ (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$، $\log 1.8 = 0.25$.

الحـــل

$$[CH_3COOH] = \frac{n}{V_T} = \frac{2}{40} = 0.05M \text{(المتبقي)}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{n}{V_T} = \frac{2}{40} = 0.05M \text{(المتكوّن)}$$

$pK_a = -\log K_a$

$pK_a = -\log (1.8\times10^{-5}) = 5 - \log 1.8$

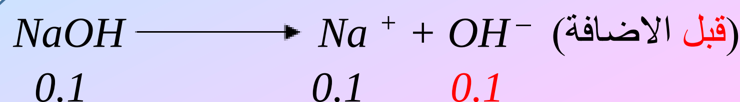
$\therefore pK_a = 5 - 0.25 = 4.75$

$$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 4.75 + \log\frac{0.05}{0.05}$$

$\therefore pH_2 = 4.75 + \log 1 = 4.75$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.75 - 13$

$\therefore \Delta pH = -8.25$



$NaOH \longrightarrow Na^{+} + OH^{-}$ (قبل الاضافة)

$0.1 \qquad 0.1 \qquad 0.1$

$pOH = -\log (0.1) = -\log (1 \times 10^{-1})$

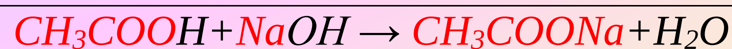
$\therefore pOH = 1 - \log 1 = 1 - 0 = 1$

$\therefore pH_1 = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$

$n\ (CH_3COOH) = 0.2\ M \times 20\ ml = 4\ mmol$

$n\ (NaOH) = 0.1\ M \times 20\ ml = 2\ mmol$

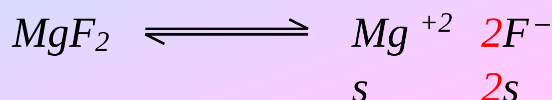
CH_3COOH	$+NaOH \rightarrow$	$CH_3COONa+H_2O$	
4	2	0	
− 2	2		
2	0	2	(بعد الاضافة)



$\therefore$ المتكوّن بعد المزج (المتبقي من الحامض + ملحه)

(خارج 2016 د1)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 في الماء النقي هي 1.2×10^{-3}، احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه $0.1\ M$.



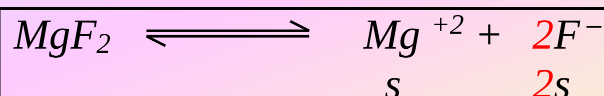
$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} \quad 2F^{-}$

$\qquad s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Mg^{+2}]\ [F^{-}]^2 = (s)\ (2s)^2 = 4s^3$

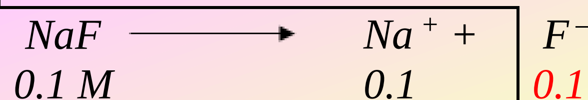
$\therefore K_{sp} = 4 \times (1.2 \times 10^{-3})^3$

$K_{sp} = 4 \times (1.728 \times 10^{-9}) = 6.912\times10^{-9}$



$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^{-}$

$\qquad s \qquad 2s$



$NaF \longrightarrow Na^{+} + F^{-}$

$0.1\ M \qquad 0.1 \qquad 0.1$

$K_{sp} = [Mg^{+2}]\ [F^{-}]^2$

$6.912\times10^{-9} = (s)\ (2s$ تهمل $+ 0.1)^2$

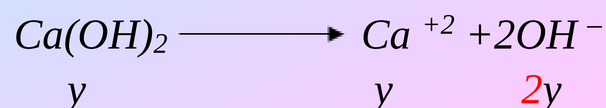
$6.912\times10^{-9} = (s)\ (0.01)$

$$\therefore s = \frac{6.912\times10^{-9}}{0.01} = 6.912 \times 10^{-7}\ M$$

(خارج 2016 د2)

لتر من محلول يحتوي على $0.04M$ من حامض ضعيف و$0.02M$ من ملحه، ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ اللازم إضافته لتصبح قيمة pH تساوي 9.3، $K_a = 10^{-9}$؟

الحل



$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$$
$$y \qquad y \qquad 2y$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log 10^{-9} = 9$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$$

$$9.3 = 9 + \log \frac{[0.02] + [OH]}{[0.04] - [OH]}$$

$$9.3 - 9 = \log \frac{[0.02] + [OH]}{[0.04] - [OH]}$$

$$0.3 = \log \frac{[0.02] + [OH]}{[0.04] - [OH]}$$

$$10^{0.3} = 10^{\log \frac{[0.02] + [OH]}{[0.04] - [OH]}} \Longrightarrow 2 = \frac{[0.02] + [OH]}{[0.04] - [OH]}$$

$$0.08 - 2[OH] = 0.02 + [OH]$$

$$0.08 - 0.02 = [OH] + 2[OH]$$

$$0.06 = 3[OH] \Longrightarrow [OH] = \frac{0.06}{3} = 0.02\ M$$

$$\because [OH] = 2y \Longrightarrow 2y = 0.02 \Longrightarrow y = \frac{0.02}{2} = 0.01M$$

$$(\because V = 1L \ \therefore n = M)$$

$$\therefore [Ca(OH)_2] = 0.01\ M = 0.01\ \textbf{mol}$$

(2016 د2)

احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ $K_{sp} = 1.8\times10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $pH = 10.15$، $\log 1.4 = 0.15$، $\log 7 = 0.85$

الحل

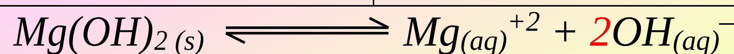
$$pH + pOH = 14 \Longrightarrow pOH = 14 - 10.15$$
$$\therefore pOH = 3.85$$

$$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-3.85 + 4 - 4}$$
$$\therefore [OH] = 10^{0.15} \times 10^{-4} = 1.4 \times 10^{-4}\ M$$

أو

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-10.15 + 11 - 11}$$
$$\therefore [H^+] = 10^{0.85} \times 10^{-11} = 7 \times 10^{-11} M$$

$$[OH] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1\times 10^{-14}}{7 \times 10^{-11}} = 1.4 \times 10^{-4}\ M$$



$$Mg(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Mg_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^-$$

$$K_{sp} = [Mg^{+2}][OH^-]^2 \Longrightarrow 1.8\times10^{-11} = [Mg^{+2}](1.4 \times 10^{-4})^2$$

$$\therefore [Mg^{+2}] = \frac{1.8\times10^{-11}}{1.96 \times 10^{-8}} = 0.9184 \times 10^{-3} = 91.84 \times 10^{-5} M$$

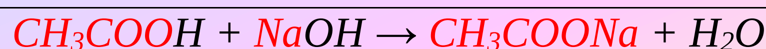
(خارج 2016 د3)

عنـد إضـافة $25ml$ مـن $0.2M$ محلـول هيدروكسـيد الصـوديوم $NaOH$ إلـى $50ml$ مـن $0.1M$ محلـول حـامض الخليـك CH_3COOH، مـاذا سـتكون قيمـة الأس الهيـدروجيني للمحلـول النـاتج، علمـاً ان: $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$، $\sqrt{3} = 1.7$، $log1.7 = 0.23$.

الحـل

$n\,(CH_3COOH) = 0.1\,M \times 50\,ml = 5\,mmol$

$n\,(NaOH) = 0.2\,M \times 25\,ml = 5\,mmol$



$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

CH_3COOH	$NaOH$	CH_3COONa
5	5	0
− 5	5	
0	**0**	5 (بعد الاضافة)

$[CH_3COONa] = \frac{n}{V_T} = \frac{5}{75} = 0.06\,M$ (المتكوّن)

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{[C]}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 1.8 \times 10^{-5}}{0.06}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{18 \times 10^{-20}}{6 \times 10^{-2}}} = \sqrt{3 \times 10^{-18}}$$

$\therefore [H^+] = 1.7 \times 10^{-9}\,M$

$pH = -log\,[H^+] = -\,log\,(1.7 \times 10^{-9})$

$\therefore pH = 9 - 0.23 = 8.77$

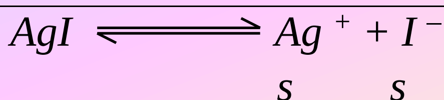
(خارج 2016 د3)

إذا كانت الذوبانية لـ AgI تساوي $0.00235\,g/L$ (كتلته المولية $235\,g/mol$)، احسب تركيز ملح يوديد الصوديوم NaI الواجب اضافته لجعل الذوبانية المولارية تساوي $1 \times 10^{-7}\,mol/L$.

الحـل

$$\text{الذوبانية المولارية} = \frac{\text{الذوبانية الغرامية}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$S(mol/L) = \frac{0.00235\,g/L}{235\,g/mol} = 1 \times 10^{-5}\,mol/L$$

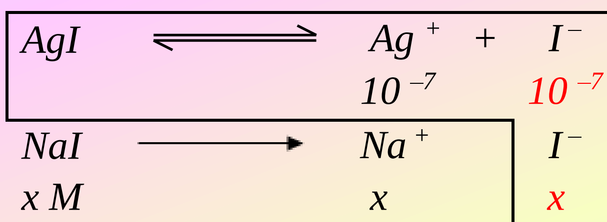


$$AgI \rightleftharpoons Ag^+ + I^-$$

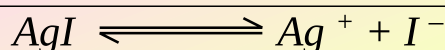
$s \quad s$

$K_{sp} = [Ag^+]\,[I^-] = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1 \times 10^{-5})^2 = 1 \times 10^{-10}$



AgI	$\rightleftharpoons$	Ag^+	+ I^-
		10^{-7}	10^{-7}
NaI	$\rightarrow$	Na^+	I^-
$x\,M$		x	x



$$AgI \rightleftharpoons Ag^+ + I^-$$

$K_{sp} = [Ag^+]\,[I^-]$

$1 \times 10^{-10} = 1 \times 10^{-7}\,(10^{-7}$ تهمل $+ x)$

$$\therefore x = \frac{1 \times 10^{-10}}{1 \times 10^{-7}} = 1 \times 10^{-3} = 0.001M$$

(تمهيدي تطبيقي 2017)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول يحتوي على الامونيا NH_3 بتركيز $(0.2 mol/L)$ وكلوريد الأمونيوم NH_4Cl بتركيز $(0.3 mol/L)$، علماً ان: $K_{b(NH_3)}=1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log3=0.477$، $log1.8=0.26$، $log1.5=0.177$.

الحل

$pK_b = -\log K_b$

$pK_b = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_b = 5 - \log 1.8$

$\therefore pK_b = 5 - 0.26 = 4.74$

$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$\therefore pOH = 4.74 + \log\frac{[0.3]}{[0.2]}$

$pOH = 4.74 + \log 1.5$

$\therefore pOH = 4.74 + 0.177 = 4.917$

$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.74 + \log\frac{[0.3]}{[0.2]}$

$pOH = 4.74 + \log 3 - \log 2$ (طريقة أخرى)

$\therefore pOH = 4.74 + 0.477 - 0.3 = 4.917$

$\because pH + pOH = 14$

$\therefore pH = 14 - 4.917 = 9.083$

(تمهيدي تطبيقي 2017)

هل يتكون راسب عند مزج $10\ ml$ من $0.001\ M$ محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} و $10\ ml$ من $0.0001\ M$ محلول يحتوي على Pb^{+2}، علماً ان: $K_{sp}(PbSO_4) = 1.6\times10^{-8}$، بيّن ذلك حسابياً ولماذا؟

الحل

$\therefore V_2 = 10\ ml + 10\ ml = 20\ ml$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (SO_4^{-2})$

$0.001 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$

$\therefore M_2(SO_4^{-2}) = \frac{0.001\times10}{20} = \frac{1\times10^{-3}}{2} = 5\times10^{-4}\ M$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (Pb^{+2})$

$0.0001 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$

$\therefore M_2(Pb^{+2}) = \frac{0.0001\times10}{20} = \frac{1\times10^{-4}}{2} = 5\times10^{-5}\ M$



$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$\therefore Q_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = (5\times10^{-5})(5\times10^{-4})$

$\therefore Q_{sp} = 25\times10^{-9}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$

$25\times10^{-9} > 16\times10^{-9}$

$\therefore$ يحدث ترسيب

لأن Q_{sp} أكبر من K_{sp}.

(تطبيقي 2017 د1)

إذا علمت ان ذوبانية $AgCl$ في محلوله المائي المشبّع تساوي $1.34\times10^{-5}M$، احسب: 1) ذوبانيته في $0.01M$ من $CaCl_2$. 2) بيّن هل يترسب $AgCl$ في محلول يحتوي على ايونات (Ag^+ و Cl^-) كل منها بتركيز $1\times10^{-4}\ M$؟ ولماذا؟



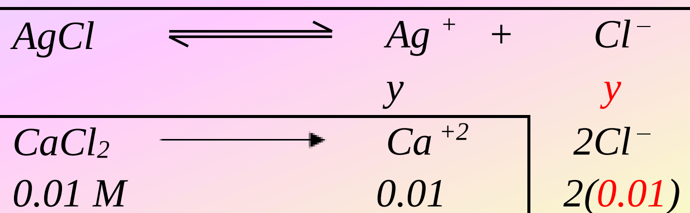
$AgCl \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

$\quad\quad s \quad\quad s$

$\therefore K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = s^2$

$K_{sp} = (1.34\times10^{-5})^2 = 1.8\times10^{-10}$

1)



$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$\quad\quad y \quad\quad y$

$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{+2} \quad 2Cl^-$

$0.01\ M \quad\quad 0.01 \quad\quad 2(0.01)$

$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = (y)(y + 0.02)$ تهمل

$\therefore y = \frac{1.8\times10^{-10}}{0.02} = \frac{18\times10^{-11}}{2\times10^{-2}}$

$\therefore y = 9\times10^{-9}\ M$

2) $\therefore Q_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$

$Q_{sp} = (1\times10^{-4})(1\times10^{-4})$

$\therefore Q_{sp} = 1\times10^{-8}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$

$1\times10^{-8} > 1.8\times10^{-10}$ $\therefore$ يحدث ترسيب

لأن Q_{sp} أكبر من K_{sp}.

(2016 د3)

احسب مقدار التغير في قيمة الأس الهيدروجيني pH لمزيج بفري مكون من حامض الخليك CH_3COOH بتركيز $0.2\ M$ وخلات الصوديوم CH_3COONa بتركيز $0.4\ M$ بعد إضافة $2.0g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M=40\ g/mol)$ الى لتر واحد من محلول بفر، علماً ان: $K_a\ CH_3COOH=1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log3=0.477$، $log1.8=0.26$.

$pK_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$

$\therefore pK_a = 4.74$

$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.4)}{(0.2)}$

$\therefore pH_1 = 4.74 + \log 2 = 5.04$

$M_{(NaOH)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2}{40}\times\frac{1}{1} = 0.05\ mol/L$



$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-(0.05\ M)$

$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]} = 4.74 + \log\frac{[0.4 + 0.05]}{[0.2 - 0.05]}$

$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.45]}{[0.15]} = 4.74 + \log 3 = 4.74 + 0.477$

$\therefore pH_2 = 5.217$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 5.217 - 5.04 = 0.177$

(تطبيقي 2017 د2)

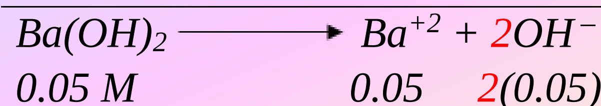
احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول يحتوي على الامونيا NH_3 بتركيز $(0.2M)$ وكلوريد الأمونيوم NH_4Cl بتركيز $(0.4M)$ وقارن النتيجة بعد إضافة $(0.05M)$ $Ba(OH)_2$ لنفس المحلول علماً ان: $pK_{b\ (NH_3)} = 4.7$ ،$log2=0.3$.

$$pOH_1 = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.7 + \log\frac{[0.4]}{[0.2]}$$

$\therefore pOH_1 = 4.7 + \log 2 = 4.7 + 0.3 = 5$

$\because pH_1 + pOH = 14$

$\therefore pH_1 = 14 - 5 = 9$



$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

$0.05\ M \qquad 0.05 \qquad 2(0.05)$

$\therefore [OH] = 0.1\ M$

$$pOH_2 = pK_b + \log\frac{[salt] - [OH]}{[base] + [OH]}$$

$$pOH_2 = 4.7 + \log\frac{[0.4 - 0.1]}{[0.2 + 0.1]}$$

$$pOH_2 = 4.7 + \log\frac{0.3}{0.3} = 4.7 + \log 1$$

$\therefore pOH_2 = 4.7$

$\therefore pH_2 = 14 - 4.7 = 9.3$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.3 - 9 = 0.3$$

لأن المضاف قاعدة قوية لذا ستكون قيمة **pH** أكبر بقليل لأن المحلول بقر يقاوم التغير فيpH وعليه سوف يكون مقدار الزيادة في قيمة pH قليلة جداً.

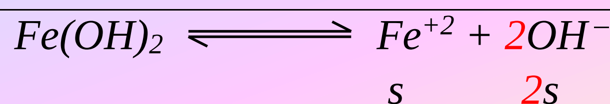
(تطبيقي 2017 د2)

الأس الهيدروجيني لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي 9.48، احسب ذوبانيته في محلول له ثبتت حامضيته عند $pH=10$، علماً انّ $\log3 \approx 0.48$.

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 9.48 = 4.52$

$[OH] = 10^{-pOH} = 10^{-4.52} = 10^{-4.52+5-5}$

$\therefore [OH] = 10^{0.48} \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-5}\ M$



$$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$$

$\qquad\qquad s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$

$\therefore [OH] = 2s \Longrightarrow s = \dfrac{3 \times 10^{-5}}{2} = 1.5 \times 10^{-5} M$

$\therefore K_{sp} = 4 \times (1.5 \times 10^{-5})^3 = 13.5 \times 10^{-15}$

أو يمكن التعويض مباشرةً عن $[OH]$ و $[Fe^{+2}]$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$K_{sp} = 1.5\times10^{-5}(3\times10^{-5})^2 = 13.5\times10^{-15}$

$pOH = 14 - pH = 14 - 10 = 4$

$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-4}\ M$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$13.5 \times 10^{-15} = [Fe^{+2}](10^{-4})^2$

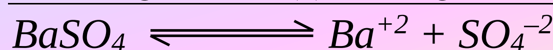
$\therefore [Fe^{+2}] = \dfrac{13.5 \times 10^{-15}}{10^{-8}} = 13.5 \times 10^{-7} M$

(تطبيقي 2017 د3)

إذا علمت ان لتراً واحدا من المحلول المائي المشبّع لـ $(BaSO_4)$ الذائب $(M=233g/mol)$ يحوي $0.0025g$ من ملح $(BaSO_4)$ الذائب، بيّن هل يتكون راسب في محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} تركيزه $0.01\ M$ و Ba^{+2} تركيزه $0.001\ M$؟

الحل

$$M = \frac{m(g)}{M\ (g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{0.0025\ g}{233\ g/mol} \times \frac{1}{1} = \frac{25\times10^{-4}}{233} = 1.1 \times 10^{-5} mol/L$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\qquad\qquad s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\ [SO_4^{-2}] = (s)\ (s) = s^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2$$

$$\therefore K_{sp} = 1.21 \times 10^{-10}$$

$$Q_{sp} = [Ba^{+2}]\ [SO_4^{-2}]$$
$$Q_{sp} = (0.001)\ (0.01)$$
$$Q_{sp} = 1 \times 10^{-5}$$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$

$\therefore$ يحصل ترسيب

(تطبيقي 2017 د3)

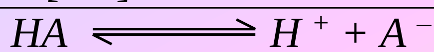
محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه (1%) وان $[H^+] = 2\times10^{-3}\ M$، مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه $0.1\ M$، احسب (pH) المحلول الناتج بعد المزج، علماً ان: $log2=0.3$ ، $log5= 0.7$.

الحل

$$\% \text{ النسبة المئوية للتفكك} = \frac{[H^+]}{[HA]} \times 100$$

$$1 = \frac{2\times10^{-3}}{[HA]} \times 100$$

$$\therefore [HA] = 2 \times 10^{-3} \times 100 = \mathbf{0.2}\ M$$



$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$
$$0.2 \qquad 0 \qquad 0$$
$$0.2 - x \text{ تهمل} \qquad x \qquad x$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{(0.2)} = \frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-1}}$$

$$\therefore K_a = 2 \times 10^{-5}$$

$$pK_a = -\log K_a$$
$$pK_a = -\log (2\times10^{-5})$$
$$pK_a = 5 - \log 2 = 5 - 0.3$$
$$\therefore pK_a = 4.7$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH = 4.7 + \log \frac{[0.1]}{[0.2]} = 4.7 + \log \frac{1}{2}$$

$$pH = 4.7 + \log 0.5 = 4.7 + \log (5\times10^{-1})$$

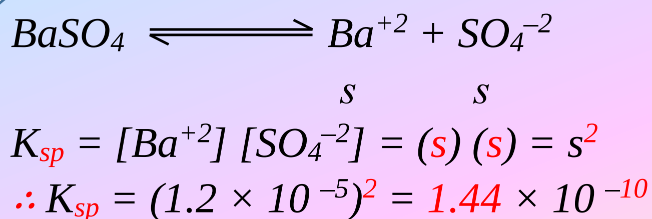
$$pH = 4.7 - 1 + \log 5 = 4.7 - 1 + 0.7$$

$$\therefore pH = 4.4$$

(خارج ت 2017 د1، ت 2018 د1، خارج ت 2018 د1، نازحين ت 2017 د2)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لمحلول كبريتات الباريوم $BaSO_4$ في الماء النقي تساوي $1.2 \times 10^{-5}M$، هل يتكون راسب $BaSO_4$ عند مزج $10ml$ من $0.01M$ محلول يحتوي أيونات SO_4^{-2} و$10ml$ من $0.001M$ محلول يحتوي على Ba^{+2}، بيّن ذلك حسابياً ولماذا؟

الحل



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\qquad\qquad s \qquad s$$
$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$$
$$\therefore K_{sp} = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (Ba^{+2})$$
$$0.001 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$$
$$\therefore M_2\ (Ba^{+2}) = \frac{0.001 \times 10}{20} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2}$$
$$\therefore M_2 = 5 \times 10^{-4}\ M$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (SO_4^{-2})$$
$$0.01 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$$
$$\therefore M_2 = \frac{0.01 \times 10}{20} = \frac{1 \times 10^{-2}}{2}$$
$$\therefore M_2 = 5 \times 10^{-3}\ M$$

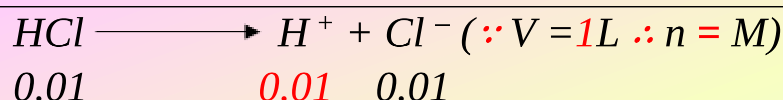
$$Q_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}]$$
$$Q_{sp} = (5 \times 10^{-4})\,(5 \times 10^{-3})$$
$$Q_{sp} = 25 \times 10^{-7}$$
$\because Q_{sp} > K_{sp}$ ($\therefore$ يحصل ترسيب)
$$25 \times 10^{-7} > 1.44 \times 10^{-10}$$

(خارج تطبيقي 2017 د1)

احسب مقدار التغير في قيمة الأس الهيدروجيني بعد إضافة $0.01mol$ من حامض الهيدروكلوريك إلى لتر من محلول بقر يتكون من $0.3M$ كلوريد الأمونيوم و$0.1M$ امونيا، علماً ان: $\log 31 = 1.5$، $K_b = 2 \times 10^{-5}$، $\log 3 = 0.47$، $\log 2 = 0.3$.

$$pK_b = -\log K_b$$
$$pK_b = -\log (2 \times 10^{-5}) = 5 - \log 2$$
$$\therefore pK_b = 5 - 0.3 = 4.7$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]} = 4.7 + \log \frac{[0.3]}{[0.1]}$$
$$\therefore pOH_1 = 4.7 + \log 3 = 4.7 + 0.47 = 5.17$$
$$\therefore pH_1 = 14 - pOH_1 = 14 - 5.17 = 8.83$$

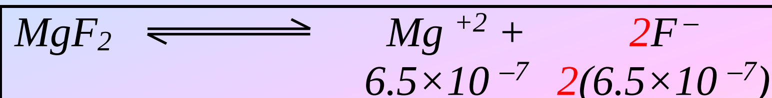


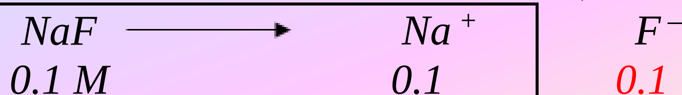
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^- \quad (\because V = 1L \ \therefore n = M)$$
$$0.01 \qquad\quad 0.01 \quad 0.01$$

$$pOH_2 = pK_b + \log \frac{[salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$
$$pOH_2 = 4.7 + \log \frac{0.3 + 0.01}{0.1 - 0.01}$$
$$pOH_2 = 4.7 + \log \frac{0.31}{0.09} = 4.7 + \log \frac{31}{9}$$
$$pOH_2 = 4.7 + \log 31 - \log (3)^2$$
$$pOH_2 = 4.7 + 1.5 - 2\log 3 = 5.26$$
$$\therefore pH = 14 - 5.26 = 8.74$$
$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 8.74 - 8.83 = -0.09$$

(خارج تطبيقي 2017 د2)

الذوبانية المولارية لفلوريد المغنيسيوم MgF_2 في محلول $0.1M$ من فلوريد الصوديوم NaF تساوي $6.5\times10^{-7}M$، احسب الذوبانية المولارية لـ MgF_2 في محلوله المائي المشبّع، علماً ان $\sqrt[3]{6.5}=1.8$.



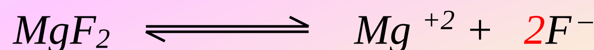


$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$

$K_{sp} = (6.5\times10^{-7})\,(2(6.5\times10^{-7})$ تهمل $+ 0.1)^2$

$K_{sp} = (6.5\times10^{-7})\,(0.01)$

$\therefore K_{sp} = 6.5\times10^{-9}$



$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2 = (x)\,(x)^2 = x^3$

$\therefore 6.5\times10^{-9} = x^3$

$\therefore x = \sqrt[3]{6.5\times10^{-9}}$

$\therefore x = 1.8\times10^{-3}\,M$

(خارج تطبيقي 2017 د2) / (خارج تطبيقي 2018 د1)

محلول من حامض ضعيف، النسبة المئوية لتأينه 1% و $pH=2.7$ مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه $0.1M$، جد pH المحلول الناتج بعد المزج، علماً ان $\log 2 = 0.3$.

الحـــل

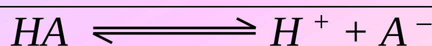
$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2.7+3-3} = 10^{0.3}\times10^{-3}$

$\therefore [H^+] = 2\times10^{-3}\,M$

النسبة المئوية للتفكك % $= \dfrac{[H^+]}{[HA]}\times100$

$1 = \dfrac{2\times10^{-3}}{[HA]}\times100$

$\therefore [HA] = 2\times10^{-3}\times100 = 0.2\,M$



$0.2 \quad 0 \quad 0$

$0.2 - x$ تهمل $\quad x \quad x$

$K_a = \dfrac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \dfrac{(2\times10^{-3})^2}{(0.2)} = \dfrac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-1}}$

$\therefore K_a = 2\times10^{-5}$

$pK_a = -\log K_a$

$pK_a = -\log(2\times10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 2 = 5 - 0.3$

$\therefore pK_a = 4.7$

$pH = pK_a + \log\dfrac{[salt]}{[acid]}$

$pH = 4.7 + \log\dfrac{[0.1]}{[0.2]} = 4.7 + \log\dfrac{1}{2}$

$pH = 4.7 + \log 1 - \log 2$

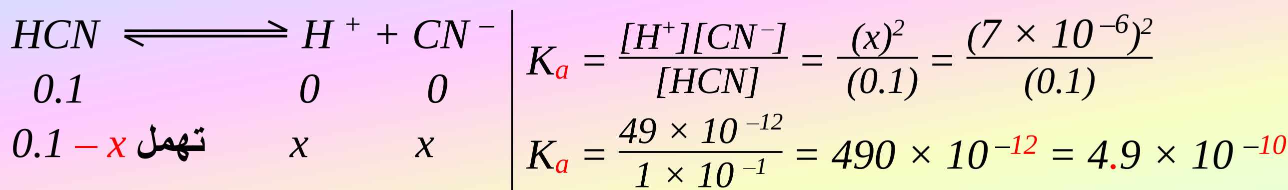
$pH = 4.7 + 0 - 0.3 = 4.7 - 0.3$

$\therefore pH = 4.4$

(نازحين تطبيقي 2017 د1)

لتر من محلول حامض الهيدروسيانيك تركيزه $(0.1M)$ و $[H^+]$ يساوي $(7 \times 10^{-6}M)$، احسب ثابت تأينه.

الحل



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

0.1	0	0
0.1 – x تهمل	x	x

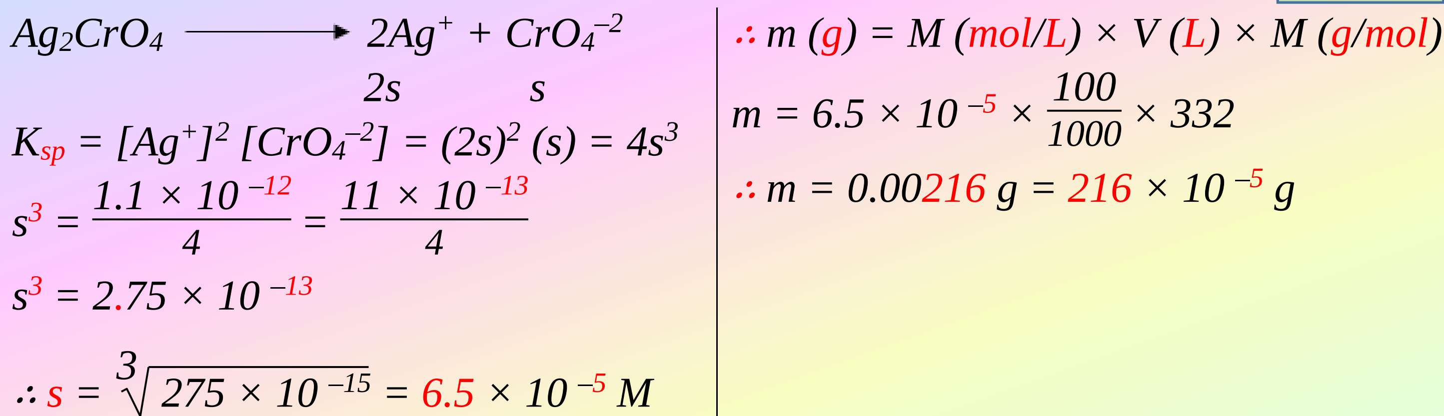
$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(x)^2}{(0.1)} = \frac{(7 \times 10^{-6})^2}{(0.1)}$$

$$K_a = \frac{49 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-1}} = 490 \times 10^{-12} = 4.9 \times 10^{-10}$$

(نازحين تطبيقي 2017 د1)

ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332\ g/mol)$ التي يمكن ان تذوب في $100ml$ من الماء المقطر، علماً ان $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-12}$ ، $\sqrt[3]{275} = 6.5$ ؟

الحل



$$Ag_2CrO_4 \longrightarrow 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$

$$2s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (2s)^2(s) = 4s^3$$

$$s^3 = \frac{1.1 \times 10^{-12}}{4} = \frac{11 \times 10^{-13}}{4}$$

$$s^3 = 2.75 \times 10^{-13}$$

$$\therefore s = \sqrt[3]{275 \times 10^{-15}} = 6.5 \times 10^{-5}\ M$$

$$\therefore m\ (g) = M\ (mol/L) \times V\ (L) \times M\ (g/mol)$$

$$m = 6.5 \times 10^{-5} \times \frac{100}{1000} \times 332$$

$$\therefore m = 0.00216\ g = 216 \times 10^{-5}\ g$$

(نازحين تطبيقي 2017 د2)

لتر من محلول $(NaNO_3)$ بتركيز $(0.05M)$ فإن pH له يساوي.......

الحل

pH المحلول يساوي 7 لأنه ملح متعادل مشتق من حامض **قوي** HNO_3 وقاعدة **قوية** $NaOH$

(نازحين تطبيقي 2017 د2)

أضيف $(0.1mol)$ من محلول $Ba(OH)_2$ إلى $2L$ من محلول بفر مكوّن من (HCN) و$(NaCN)$ كل منهما بتركيز $0.3M$، كم سيكون مقدار التغير في قيمة الـ (pH)؟ علماً ان: $(K_a\ (HCN) = 6 \times 10^{-10})$، $\log 6 = 0.8$، $\log 2 = 0.3$.

الحل

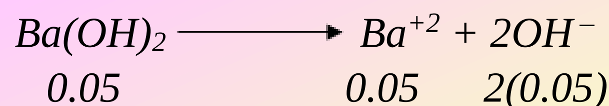
$pK_a = -\log K_a = -\log (6\times10^{-10})$

$\therefore pK_a = 10 - \log 6 = 10 - 0.8 = 9.2$

$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 9.2 + \log \frac{(0.3)}{(0.3)}$

$\therefore pH_1 = 9.2 + \log 1 = 9.2$

$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.1}{2} = 0.05\ mol/L$



$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

$0.05 \qquad 0.05 \qquad 2(0.05)$

$\therefore [OH] = 0.1\ M$

$\therefore pH_2 = pK_a + \log \frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$

$\therefore pH_2 = 9.2 + \log \frac{[0.3 + 0.1]}{[0.3 - 0.1]}$

$pH_2 = 9.2 + \log \frac{(0.4)}{(0.2)}$

$pH_2 = 9.2 + \log 2 = 9.2 + 0.3$

$\therefore pH_2 = 9.5$

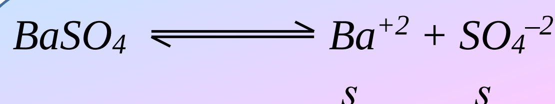
$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.5 - 9.2$

$\therefore \Delta pH = 0.3$

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

الذوبانية المولارية لكبريتات الباريوم $BaSO_4$ تساوي $1.2\times10^{-5}M$ في محلولها المائي المشبّع، هل يتكون راسب $BaSO_4$ عند مزج $10ml$ من $0.1M$ محلول يحتوي أيونات SO_4^{-2} و$10ml$ من $0.0001M$ محلول يحتوي على Ba^{+2}؟ بيّن ذلك

الحل



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad s \qquad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\ [SO_4^{-2}] = (s)\ (s) = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (SO_4^{-2})$

$0.1 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$

$\therefore M_2 = \frac{0.1 \times 10}{20} = \frac{0.1}{2} = 0.05M$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (Ba^{+2})$

$0.0001 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$

$\therefore M_2 = \frac{0.0001 \times 10}{20} = \frac{1 \times 10^{-4}}{2}$

$\therefore M_2 = 5 \times 10^{-5}\ M$

$Q_{sp} = [Ba^{+2}]\ [SO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = (5 \times 10^{-5})\ (5 \times 10^{-2}) = 25 \times 10^{-7}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$ ($\therefore$ يحصل ترسيب)

$25 \times 10^{-7} > 1.44 \times 10^{-10}$

(نازحين تطبيقي 2017 د3)

احسب مقدار التغير في قيمة الأس الهيدروجيني بعد أضافة $(0.05mol)$ من H_2SO_4 إلى لتر من محلول بفر مكوّن من (HCN) و$(NaCN)$ كل منهما بتركيز $0.3M$، علماً ان: $(K_a\ (HCN) = 6 \times 10^{-10})$، $log\ 6 = 0.8$، $log\ 2 = 0.3$.

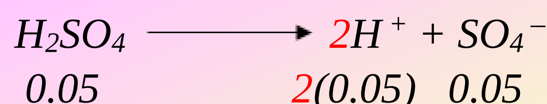
$$pK_a = -\log K_a = -\log (6\times10^{-10})$$

$$\therefore pK_a = 10 - \log 6 = 10 - 0.8 = 9.2$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 9.2 + \log \frac{(0.3)}{(0.3)}$$

$$\therefore pH_1 = 9.2 + \log 1 = 9.2$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.05}{1} = 0.05\ mol/L$$



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$$

$$0.05 \qquad 2(0.05) \qquad 0.05$$

$$\therefore [H^+] = 0.1\ M$$

$$\therefore pH_2 = pK_a + \log \frac{[salt - H^+]}{[acid + H^+]}$$

$$\therefore pH_2 = 9.2 + \log \frac{[0.3 - 0.1]}{[0.3 + 0.1]}$$

$$pH_2 = 9.2 + \log \frac{(0.2)}{(0.4)} = 9.2 + \log \frac{1}{2}$$

$$pH_2 = 9.2 + \log 1 - \log 2 = 9.2 - \log 2$$

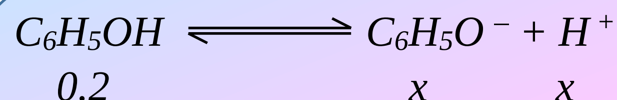
$$\therefore pH_2 = 9.2 - 0.3 = 8.9$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 8.9 - 9.2$$

$$\therefore \Delta pH = -0.3$$

(تمهيدي تطبيقي 2018) / (تطبيقي 2018 د1)

احسب التغير في الأس الهيدروجيني لمحلول من الفينول تركيزه $0.2M$ بعد تخفيفه بالماء لمئة مرة، علماً ان ثابت تأين الفينول يساوي 1.3×10^{-10}، اعتبر $\sqrt{26} = 5$ ،$log5 = 0.7$.



$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

$$0.2 \qquad\qquad x \qquad x$$

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3\times10^{-10} = \frac{(x)^2}{(0.2)}$$

$$x^2 = 1.3\times10^{-10} \times 0.2 = 0.26 \times 10^{-10}$$

$$\therefore x = \sqrt{26 \times 10^{-12}} = 5 \times 10^{-6}\ M\ [H^+]$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5 \times 10^{-6})$$

$$\therefore pH_1 = 6 - \log 5 = 6 - 0.7 = 5.3$$

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}} = \frac{0.2}{100} = 2 \times 10^{-3}\ M$$

بعد التخفيف

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]_2}$$

$$1.3\times10^{-10} = \frac{(x)^2}{2 \times 10^{-3}}$$

$$x^2 = 1.3\times10^{-10} \times 2 \times 10^{-3} = 2.6 \times10^{-13}$$

$$x = \sqrt{26 \times 10^{-14}} = 5 \times 10^{-7}\ M\ [H^+]_2$$

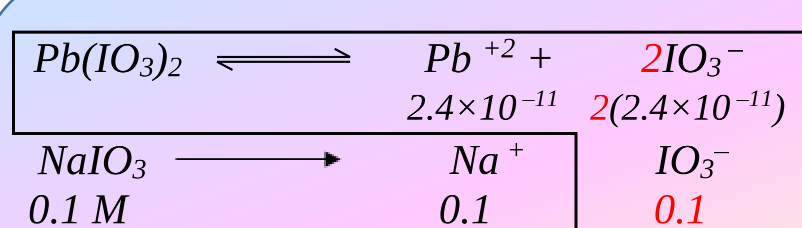
$$pH_2 = -\log [H^+] = -\log (5 \times 10^{-7})$$

$$\therefore pH_2 = 7 - \log 5 = 7 - 0.7 = 6.3$$

$$\therefore \Delta pH = pH_2 - pH_1 = 6.3 - 5.3 = 1$$

(تمهيدي تطبيقي 2018) / (تطبيقي 2018 د2)

الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في $0.1M$ من $NaIO_3$ تساوي 2.4×10^{-11}، احسب الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع، علماً ان $\sqrt[3]{60} = 3.9$.

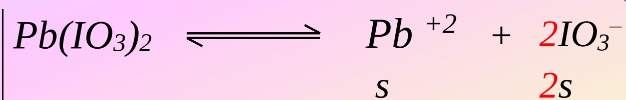


$K_{sp} = [Pb^{+2}]\,[IO_3^-]^2$

$K_{sp} = (2.4\times10^{-11})\,(2(2.4\times10^{-11})$ تهمل $+ 0.1)^2$

$K_{sp} = (2.4\times10^{-11})\,(0.01)$

$\therefore K_{sp} = 2.4\times10^{-13} = 24\times10^{-14}$



$s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Pb^{+2}]\,[IO_3^-]^2$

$K_{sp} = (s)\,(2s)^2 = 4s^3$

$\therefore 24\times10^{-14} = 4s^3$

$s^3 = \dfrac{24\times10^{-14}}{4} = 6\times10^{-14}$

$\therefore s = \sqrt[3]{60\times10^{-15}}$

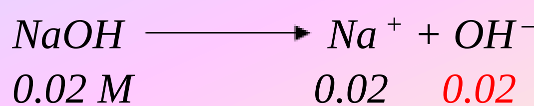
$\therefore s = 3.9\times10^{-5}\ M$

(تطبيقي 2018 د2)

محلول بفر يتكون من $0.04M$ NH_4Cl و $0.02M$ NH_3، اضيف الى لتر واحد من المحلول $0.8g$ من $NaOH$ $(M=40g/mol)$، احسب مقدار التغير في pH علماً ان $K_{b(NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log1.8=0.26$.

$pK_b = -\log K_b = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$



$0.02\ M \qquad 0.02 \qquad 0.02$

$pOH_1 = pK_b + \log\dfrac{[salt]}{[base]}$

$pOH_1 = 4.74 + \log\dfrac{[0.04]}{[0.02]}$

$\therefore pOH_1 = 4.74 + \log 2 = 4.74 + 0.3$

$pOH_1 = 5.04$

$\therefore pH_1 = 14 - 5.04 = 8.96$

$(\because V = 1L \ \therefore n = M)$

$M_{(NaOH)} = \dfrac{m\ g}{M\ g/mol} = \dfrac{0.8}{40} = 0.02\ M$

$pOH_2 = pK_b + \log\dfrac{[salt]-[OH]}{[base]+[OH]}$

$pOH_2 = 4.74 + \log\dfrac{[0.04-0.02]}{[0.02+0.02]}$

$pOH_2 = 4.74 + \log\dfrac{0.02}{0.04} = 4.74 + \log\dfrac{1}{2}$

$pOH_2 = 4.74 + \log 1 - \log 2$

$\therefore pOH_2 = 4.74 + 0 - 0.3 = 4.44$

$\therefore pH_2 = 14 - 4.44 = 9.56$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.56 - 8.96 = 0.6$

(تطبيقي 2018 د3) / (خارج تطبيقي 2018 د1)

اضيف $0.05mol$ من $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة أخرى الى لتر من محلول مكوّن من HCN و $NaCN$ كل منهما بتركيز $0.3M$، كم سيكون مقدار التغير في قيمة pH في الحالتين؟ علماً ان $K_{a\,(HCN)} = 6\times10^{-10}$، $log6=0.78$، $log2=0.3$.

الحل

في محلول بفر	في الماء النقي
$pK_a = -\log K_a = -\log(6\times10^{-10})$ $\therefore pK_a = 10 - \log 6 = 10 - 0.78 = 9.22$	$(\because V = 1L \therefore n = M)$ $Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$ $0.05 \quad 0.05 \quad 2(0.05)$ $\therefore [OH] = 0.1\ M$
$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 9.22 + \log\frac{(0.3)}{(0.3)}$ $\therefore pH_1 = 9.22 + \log 1 = 9.22$	$pOH_2 = -\log[OH] = -\log(0.1) = 1$ $\therefore pH_2 = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$
$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$ $pH_2 = 9.22 + \log\frac{[0.3 + 0.1]}{[0.3 - 0.1]}$ $pH_2 = 9.22 + \log\frac{(0.4)}{(0.2)}$ $pH_2 = 9.22 + \log 2 = 9.22 + 0.3$ $\therefore pH_2 = 9.52$	∴ قيمة الـ pH للماء النقي تساوي 7 $\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 13 - 7 = 6$
$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.52 - 9.22 = 0.3$	

(تمهيدي تطبيقي 2018)

لتر من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)، **pOH** له يساوي 3.3 فإنّ pH يساوي ....

الحل

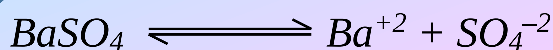
$$pH = 14 - pOH = 14 - 3.3 = 10.7$$



(تطبيقي 2018 د3)

ذوبانية $BaSO_4$ في محلولها المشبع المائي تساوي $1.265\times10^{-5}M$، احسب: 1) ذوبانيتها في $0.01M$ H_2SO_4. 2) بيّن هل تترسب $BaSO_4$ في محلول يحتوي على ايونات Ba^{+2} و SO_4^{-2} كلاً منهما بتركيز $1\times10^{-3}M$ ولماذا؟

الحل



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\quad\quad s \quad\quad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$$

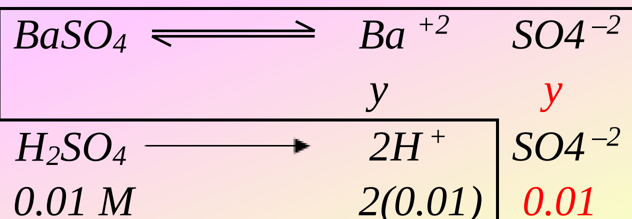
$$\therefore K_{sp} = (1.265\times10^{-5})^2 = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$K_{sp} = (y)\,(y + 0.01) \text{ تهمل}$$

$$1.6 \times 10^{-10} = y\,(0.01)$$

$$\therefore y = \frac{1.6\times10^{-10}}{10^{-2}} = 1.6 \times 10^{-8}\ M$$

1)



$BaSO_4 \rightleftharpoons$	Ba^{+2}	$SO4^{-2}$
	y	y
$H_2SO_4 \longrightarrow$	$2H^{+}$	$SO4^{-2}$
$0.01\ M$	$2(0.01)$	0.01

2)

$$Q_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}]$$

$$Q_{sp} = (1\times10^{-3})\,(1\times10^{-3}) = 1 \times 10^{-6}$$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$ ($\therefore$ يحدث ترسيب)

$$1 \times 10^{-6} > 1.6 \times 10^{-10}$$

(تطبيقي 2017 د1)

ذوبانية $AgCl$ في محلوله المائي المشبّع تساوي $1.4\times10^{-5}M$، احسب: 1) ذوبانيته في $0.1M$ من $CaCl_2$. 2) بيّن هل يترسب $AgCl$ في محلول يحتوي على ايونات (Ag^+ و Cl^-) كل منها بتركيز $1\times10^{-6}\ M$؟ ولماذا؟



$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

$$\quad\quad s \quad\quad s$$

$$\therefore K_{sp} = [Ag^+]\,[Cl^-] = s^2$$

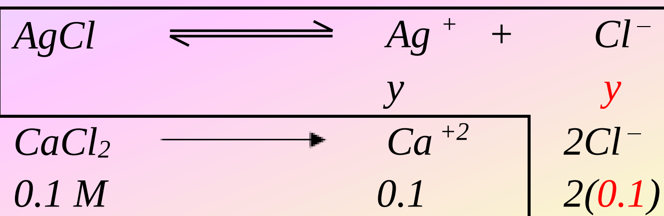
$$K_{sp} = (1.4\times10^{-5})^2 = 1.96 \times 10^{-10}$$

$$K_{sp} = [Ag^+]\,[Cl^-] = (y)\,(0.2 + y \text{ تهمل})$$

$$\therefore y = \frac{1.96 \times 10^{-10}}{0.2} = \frac{1.96 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-1}}$$

$$\therefore y = 0.98 \times 10^{-9}\ M$$

1)



$AgCl \rightleftharpoons$	Ag^{+}	+	Cl^{-}
	y		y
$CaCl_2 \longrightarrow$	Ca^{+2}		$2Cl^{-}$
$0.1\ M$	0.1		$2(0.1)$

2) $\therefore Q_{sp} = [Ag^{+}]\,[Cl^{-}]$

$$Q_{sp} = (1 \times 10^{-6})\,(1 \times 10^{-6})$$

$$\therefore Q_{sp} = 1 \times 10^{-12}$$

$\because K_{sp} > Q_{sp}$

$1.96 \times10^{-10} > 1 \times10^{-12}$ ($\therefore$ لا يحدث ترسيب)

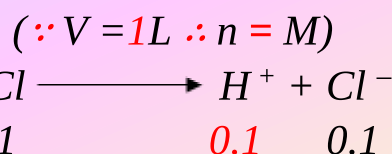
لأن K_{sp} أكبر من Q_{sp}.

(تمهيدي تطبيقي 2019)

محلول بقر حجمه $(1L)$ يتكون من $0.4M$ من حامض الخليك CH_3COOH و$0.2M$ من خلات الصوديوم CH_3COONa، احسب مقدار التغير في قيمة الـ pH بعد إضافة $0.1M$ من حامض الهيدروكلوريك HCl الى لتر من واحد من المحلول، علماً ان $K_a\ CH_3COOH = 1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log5=0.7$، $log1.8=0.26$.

الحل

$(\because V = 1L \therefore n = M)$



$pK_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$

$\therefore pK_a = 4.74$

$$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.2)}{(0.4)}$$

$$pH_1 = 4.74 + \log\frac{1}{2}$$

$pH_1 = 4.74 + \log 1 - \log 2$

$\therefore pH_1 = 4.74 + 0 - 0.3 = 4.44$

$$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

$$pH_2 = 4.74 + \log\frac{(0.2-0.1)}{(0.4+0.1)} = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.5)}$$

$pH_2 = 4.74 + \log 1 - \log 5 = 4.74 + 0 - 0.7$

$\therefore pH_2 = 4.04$

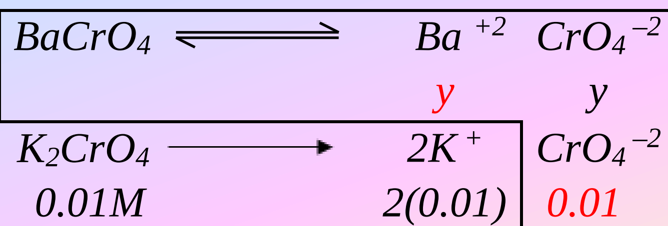
$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.04 - 4.44$

$\therefore \Delta pH = 0.40$

(تمهيدي تطبيقي 2019)

قيمة ثابت حاصل الإذابة لملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي 1.2×10^{-10}، احسب: ذوبانيته في محلول $0.01\ M$ كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4.

الحل



$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.2\times10^{-10} = y\,(y$ تهمل $+ 0.01)$

$$\therefore y = \frac{1.2\times10^{-10}}{0.01} = \frac{1.2\times10^{-10}}{1\times10^{-2}}$$

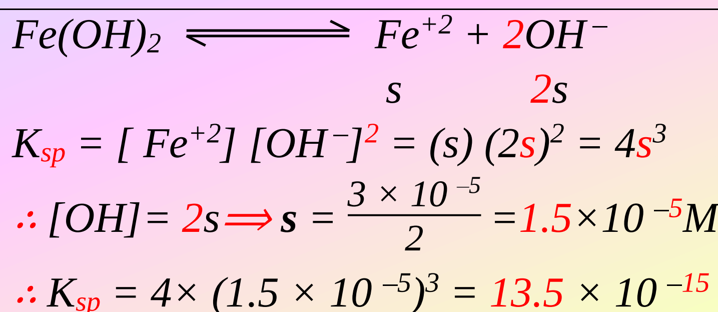
$\therefore y = 1.2\times10^{-8}\ M$

الذوبانية المولارية بوجود الأيون المشترك

(تطبيقي 2019 د1)

تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي $3\times10^{-10}M$، احسب ذوبانيته في محلول له ثبتت حامضيته عند $pH=10$.

الحل



$[OH] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{3\times10^{-10}} = 0.3\times10^{-4}M$

$\therefore [OH] = 3\times10^{-5}\ M$

$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$

$\qquad\qquad\quad s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$

$\therefore [OH] = 2s \Longrightarrow s = \frac{3\times10^{-5}}{2} = 1.5\times10^{-5}M$

$\therefore K_{sp} = 4\times(1.5\times10^{-5})^3 = 13.5\times10^{-15}$

أو يمكن التعويض مباشرةً عن $[OH]$ و $[Fe^{+2}]$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$K_{sp} = 1.5\times10^{-5}(3\times10^{-5})^2 = 13.5\times10^{-15}$

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 10 = 4$

$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-4}\ M$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$13.5\times10^{-15} = [Fe^{+2}](10^{-4})^2$

$\therefore [Fe^{+2}] = \frac{13.5\times10^{-15}}{10^{-8}} = 13.5\times10^{-7}M$

(تطبيقي 2019 د1)

اضيف $0.05mol$ من $Ba(OH)_2$ الى لتر من محلول مكوّن من HCN $0.3M$ و $NaCN$ $0.6M$، كم سيكون مقدار التغير في pH؟ علماً ان $K_{a\,(HCN)} = 6\times10^{-10}$، $log6=0.8$، $log7=0.85$.

الحل

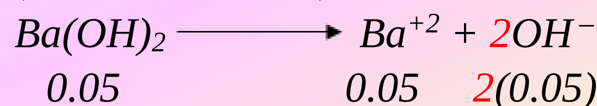
$pK_a = -\log K_a = -\log(6\times10^{-10})$

$\therefore pK_a = 10 - \log 6 = 10 - 0.8 = 9.2$

$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 9.2 + \log\frac{(0.6)}{(0.3)}$

$\therefore pH_1 = 9.2 + \log 2 = 9.2 + 0.3 = 9.5$

$(\because V = 1L \ \therefore n = M)$



$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

$0.05 \qquad\qquad 0.05 \quad 2(0.05)$

$\therefore [OH] = 0.1\ M$

$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$

$\therefore pH_2 = 9.2 + \log\frac{[0.6 + 0.1]}{[0.3 - 0.1]}$

$pH_2 = 9.2 + \log\frac{(0.7)}{(0.2)}$

$pH_2 = 9.2 + \log 7 - \log 2$

$\therefore pH_2 = 9.2 + 0.85 - 0.3 = 9.75$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.75 - 9.5$

$\therefore \Delta pH = 0.25$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.52 - 9.22 = 0.3$

(تطبيقي 2019 د2)

أضيف $(0.05mol)$ من محلول H_2SO_4 مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة أخرى الى لتر من محلول مكوّن من NH_3 و NH_4Cl كل منهما بتركيز $0.3M$، كم سيكون مقدار التغير في قيمة pH في الحالتين؟ علماً ان $K_{b\,(NH3)} = 1.8\times10^{-5}$ و $log1.8=0.26$، $log2=0.3$.

الحــل

في محلول بفر	في الماء النقي
$pK_b = -\log K_b = -\log(1.8 \times 10^{-5})$ $\therefore pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$	$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.05}{1} = 0.05\ mol/L$ $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$ $0.05 \quad\quad 2(0.05) \quad 0.05$ $\therefore [H^+] = 0.1\ M$
$pOH_1 = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$ $pOH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.3)}{(0.3)} = 4.74$ $pH_1 = 14 - pOH_1 = 14 - 4.74 = 9.26$	$pH_2 = -\log[H^+] = -\log(0.1)$ $\therefore pH_2 = 1$
$pOH_2 = pK_b + \log\frac{[salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$ $pOH_2 = 4.74 + \log\frac{(0.3+0.1)}{(0.3-0.1)} = 4.74 + \log\frac{(0.4)}{(0.2)}$ $\therefore pOH_2 = 4.74 + \log 2 = 4.74 + 0.3 = 5.04$ $\therefore pH_2 = 14 - pOH_2 = 14 - 5.04 = 8.96$	∴ قيمة الـ pH في الماء النقي تساوي 7 $\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 1 - 7 = -6$
$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 8.96 - 9.26 = -0.3$	

(تطبيقي 2019 د3)

ان $[pH]$ لمحلول $(0.05\ M)$ H_2SO_4 يساوي..........

الحــل

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$
$0.05 \quad\quad 2(0.05) \quad 0.05$
$\therefore [H^+] = 0.1\ M$

$pH = -\log[H^+] = -\log(0.1)$
$pH = -\log(1 \times 10^{-1}) = 1 - \log 1$
$\therefore pH = 1$

(تطبيقي 2019 د2)

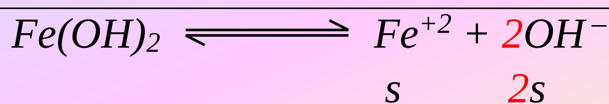
الأس الهيدروجيني لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي 9.5، احسب ذوبانيته في محلول له ثبتت حامضيته عند $pH=10$، علماً انّ $log3 \approx 0.5$.

الحل

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 9.5 = 4.5$

$[OH] = 10^{-pOH} = 10^{-4.5} = 10^{-4.5+5-5}$

$\therefore [OH] = 10^{0.5} \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-5}\ M$



$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$

$\qquad\qquad s \qquad 2s$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$

$\therefore [OH] = 2s \Longrightarrow s = \dfrac{3 \times 10^{-5}}{2} = 1.5 \times 10^{-5} M$

$\therefore K_{sp} = 4 \times (1.5 \times 10^{-5})^3 = 13.5 \times 10^{-15}$

أو يمكن التعويض مباشرةً عن $[OH]$ و $[Fe^{+2}]$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$K_{sp} = 1.5 \times 10^{-5}(3 \times 10^{-5})^2 = 13.5 \times 10^{-15}$

$\therefore pOH = 14 - pH = 14 - 10 = 4$

$\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-4}\ M$

$K_{sp} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

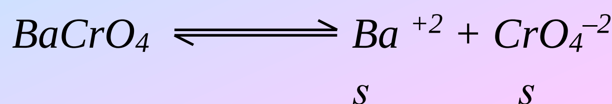
$13.5 \times 10^{-15} = [Fe^{+2}](10^{-4})^2$

$\therefore [Fe^{+2}] = \dfrac{13.5 \times 10^{-15}}{10^{-8}} = 13.5 \times 10^{-7} M$

(تطبيقي 2019 د3)

إذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي $1.1 \times 10^{-5}\ M$ في محلولها المائي المشبّع، احسب الذوبانية المولارية لها في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي $0.2\ M$.

الحل



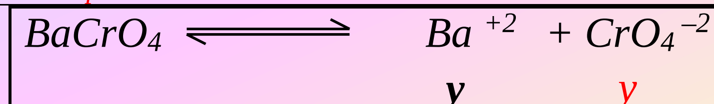
$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad s \qquad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = s^2$

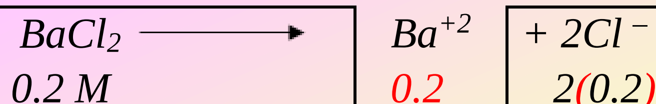
$\therefore K_{sp} = (1.1 \times 10^{-5})^2$

$\therefore K_{sp} = 1.21 \times 10^{-10}$



$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad y \qquad y$



$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$

$0.2\ M \qquad 0.2 \qquad 2(0.2)$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.21 \times 10^{-10} = (y$ تهمل $+ 0.2)(y)$

$\therefore y = \dfrac{1.21 \times 10^{-10}}{0.2} = 6.05 \times 10^{-10}\ M$

(تطبيقي 2019 د3)

ما تركيز كلوريد الأمونيوم في محلول يحتوي على أمونيا بتركيز $0.1M$ لتكون قيمة pOH المحلول تساوي (5)؟ $pK_b=4.74,\ log\ 1.8=0.26$

الحل

$$pOH = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.1]}$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.1]} \Rightarrow 0.26 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[0.1]}$$

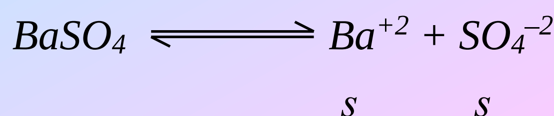
$$10^{0.26} = 10^{\log\frac{[NH_4Cl]}{[0.1]}} \Rightarrow 1.8 = \frac{[NH_4Cl]}{[0.1]}$$

$$\therefore [NH_4Cl] = 1.8 \times 0.1 = 0.18\ M$$

(خارج تطبيقي 2019 د1)

إذا علمت ان قابلية ذوبان $BaSO_4$ في محلولها المائي المشبّع تساوي $1.265\times10^{-5}M$، هل يتكون راسب عند مزج $10ml$ من $0.01M$ محلول يحتوي أيونات SO_4^{-2} و$10ml$ من $0.001M$ محلول يحتوي على Ba^{+2}؟ بيّن ذلك حسابياً.

الحل



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$$

$$\therefore K_{sp} = (1.265 \times 10^{-5})^2 = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (Ba^{+2})$$

$$0.001 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$$

$$\therefore M_2 = \frac{0.001 \times 10}{20} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2}$$

$$\therefore M_2 = 5 \times 10^{-4}\ M$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (SO_4^{-2})$$

$$0.01 \times 10 = M_2 \times 20\ ml$$

$$\therefore M_2 = \frac{0.01 \times 10}{20} = \frac{1 \times 10^{-2}}{2}$$

$$\therefore M_2 = 5 \times 10^{-3}\ M$$

$$Q_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$Q_{sp} = (5 \times 10^{-4})(5 \times 10^{-3})$$

$$Q_{sp} = 25 \times 10^{-7}$$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$ (يحصل ترسيب $\therefore$)

$$25 \times 10^{-7} > 1.6 \times 10^{-10}$$

(خارج تطبيقي 2019 د1)

محلول من حامض ضعيف، النسبة المئوية لتأينه 2% و pH له يساوي (3)، مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1M، احسب pH المحلول الناتج بعد المزج، ثم احسب pH المحلول الناتج بعد إضافة (0.05M) من HCl إلى (لتر) من المحلول، علماً ان log 5 = 0.7، log 2 = 0.3.

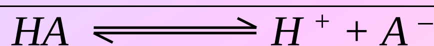
الحل

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}\ M$

$\%\ \text{النسبة المئوية للتفكك} = \frac{[H^+]}{[HA]} \times 100$

$2 = \frac{1\times10^{-3}}{[HA]} \times 100$

$\therefore [HA] = \frac{1\times10^{-3}}{2} \times 100 = \mathbf{0.05}\ M$



$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

0.05	0	0
0.05 – x تهمل	x	x

$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(1\times10^{-3})^2}{(0.05)}$

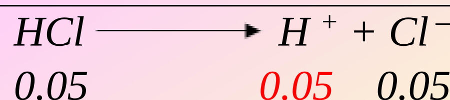
$\therefore K_a = \frac{1\times10^{-6}}{5\times10^{-2}} = 2\times10^{-5}$

$pK_a = -\log K_a = -\log(2\times10^{-5})$

$\therefore pK_a = 5 - \log 2 = 5 - 0.3 = 4.7$

$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 4.7 + \log\frac{[0.1]}{[0.05]}$

$\therefore pH_1 = 4.7 + \log 2 = 4.7 + 0.3 = 5$



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

0.05	0.05	0.05

$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$

$pH_2 = 4.7 + \log\frac{[0.1-0.05]}{[0.05+0.05]}$

$pH_2 = 4.7 + \log\frac{[0.05]}{[0.1]} = 4.7 + \log\frac{1}{2}$

$pH_2 = 4.7 + \log 1 - \log 2 = 4.7 + 0 - 0.3$

$\therefore pH_2 = 4.7 - 0.3 = 4.4$

(تمهيدي احيائي 2017)

عند إضافة (1ml) من NaOH تركيزه 10M إلى لتر من الماء فإن ΔpH يساوي.........

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$10M \times 1ml = M_{NaOH} \times 1000ml$

$\therefore M_{NaOH} = \frac{10M \times 1ml}{1000ml} = 0.01\ M$



$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.01	0.01	0.01

$pOH = -\log[OH] = -\log(0.01)$

$pOH = -\log(1\times10^{-2})$

$\therefore pOH = 2 - \log 1 = 2$

$\therefore pH_2 = 14 - pOH = 14 - 2 = 12$

∴ قيمة الـ pH للماء النقي تساوي 7

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 12 - 7 = 5$

(تمهيدي احيائي 2017)

احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M=82g/mol)$ اللازم إضافتها إلى $500ml$ من محلول $(0.2M)$ حامض الخليك للحصول على محلول بفر، تكون قيمة pH له تساوي (5) وان $pK_a = 4.7$.

$$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$5 = 4.7 + \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.2]}$$

$$5 - 4.7 = \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.2]}$$

$$0.3 = \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.2]} \Rightarrow 10^{0.3} = 10^{\log\frac{[CH_3COONa]}{[0.2]}}$$

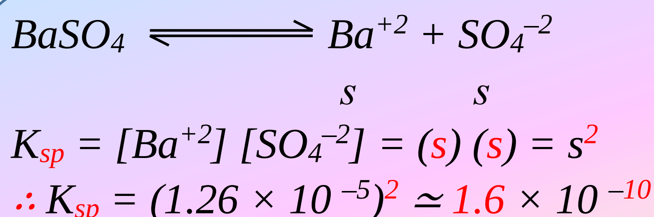
$$2 = \frac{[CH_3COONa]}{[0.2]} \Rightarrow [CH_3COONa] = 2\times 0.2 = 0.4M$$

$$\therefore m\,(g) = M\,(mol/L) \times V\,(L) \times M\,(g/mol)$$

$$\mathbf{m} = 0.4 \times \frac{500}{1000} \times 82 = 16.4\ g$$

(تمهيدي احيائي 2017)

إذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ في محلولها المائي المشبّع تساوي $1.26\times10^{-5}M$، احسب ذوبانيتها بعد إضافة $(2ml)$ من H_2SO_4 تركيزه $(5M)$ إلى لتر من المحلول المشبّع منه.

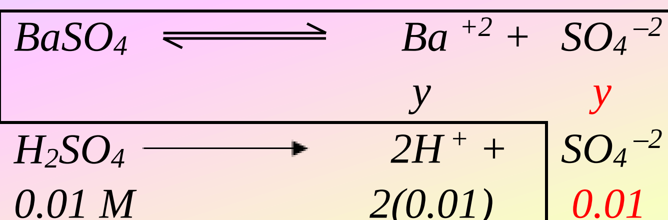


$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$$

$$\therefore K_{sp} = (1.26\times10^{-5})^2 \simeq 1.6\times10^{-10}$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad y \qquad y$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

$$0.01\,M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (H_2SO_4)$$

$$5 \times 2 = M_2 \times 1000\ ml$$

$$\therefore M_2 = \frac{5\times 2}{1000} = 0.01\ M$$

$$1.6\times10^{-10} = (y)\,(y + 0.01) \quad \text{تهمل}$$

$$1.6\times10^{-10} = y\,(0.01)$$

$$\therefore y = \frac{1.6\times10^{-10}}{10^{-2}} = 1.6\times10^{-8}\ M$$

(احيائي 2017 د1)

جد مقدار التغير في قيمة pH للماء عند إضافة $1ml$ من (HCl) تركيزه $10M$ إلى لتر من الماء.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10\times 1 = M_2 \times 1000\ ml$$

$$\therefore M_2 = \frac{10\times 1}{1000} = 0.01\ M$$

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$0.01 \qquad 0.01 \qquad 0.01$$

$$pH = -\log[H^+]$$

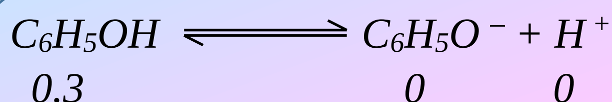
$$\therefore pH = -\log(0.01) = 2$$

∴ قيمة الـ pH للماء النقي تساوي 7

$$\therefore \Delta pH = pH_2 - pH_1 = 2 - 7 = -5$$

(احيائي 2017 د1)

احسـب تركيـز أيـون الهيـدروجين المـائي فـي المحلـول المـائي للفينـول C_6H_5OH $(K_a=1.3\times10^{-10})$ الذي تركيزه: أولاً: $0.3M$ ثانياً: بعد تخفيفه لمائة مرة. $\sqrt{0.39}=0.62$.



$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

0.3	0	0
$0.3 - x$ تهمل	x	x

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3\times10^{-10} = \frac{(x)^2}{(0.3)}$$

$$x^2 = 1.3\times10^{-10} \times 0.3 = 0.39 \times 10^{-10}$$

$$x = \sqrt{0.39 \times 10^{-10}} = 0.26\times10^{-5} M\ [H^+]$$

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}} = \frac{0.3}{100} = 0.3 \times 10^{-2}\ M$$

بعد التخفيف

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]_2}$$

$$1.3\times10^{-10} = \frac{(x)^2}{0.3 \times 10^{-2}}$$

$$x^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 0.3 \times 10^{-2}$$

$$x^2 = 0.39\times10^{-12}$$

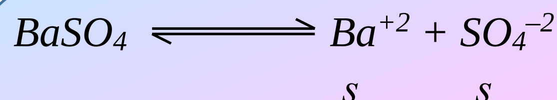
$$x = \sqrt{0.39\times10^{-12}} = 0.62 \times 10^{-6} M\ [H^+]$$

$$\therefore \Delta pH = pH_2 - pH_1 = 6.3 - 5.3 = 1$$

(احيائي 2017 د1)

احسـب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لـــــ (كبريتات الباريوم) في محلولها المائي المشبّع وان $(M=233\ g/mol)$ $K_{sp} = 1.6\times10^{-10}$ ثم احسب ذوبانيتها المولارية بعد إضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه $10M$ إلى لتر من المحلول المشبّع منه علماً ان $\sqrt{1.6}=1.26$.

الحـــل



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad s \qquad s$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$$

$$\therefore 1.6\times10^{-10} = s^2$$

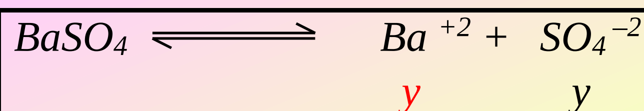
$$\therefore s = \sqrt{1.6\times10^{-10}} = 1.26 \times 10^{-5}\ M$$

$$S\,(g/L) = 1.26 \times 10^{-5} \left(\frac{mol}{L}\right)\times 233 \left(\frac{g}{mol}\right)$$

$$\therefore S\,(g/L) = 293.58 \times 10^{-5}$$

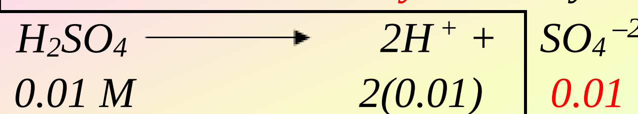
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\therefore M_2 = \frac{10M \times 1ml}{1000ml} = 0.01\ M\ (H_2SO_4)$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\qquad\qquad y \qquad y$$



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

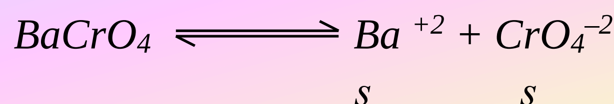
$$0.01\ M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

$$1.6\times10^{-10} = (y)\,(y \text{ تهمل } + 0.01)$$

$$\therefore y = \frac{1.6\times10^{-10}}{10^{-2}} = 1.6 \times 10^{-8}\ M$$

(احيائي 2017 د2)

إذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي $1.2\times10^{-8}M$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي $0.01M$، احسب ذوبانيتها المولارية في محلولها المائي المشبّع علماً ان: $\sqrt{1.2}=1.1$.



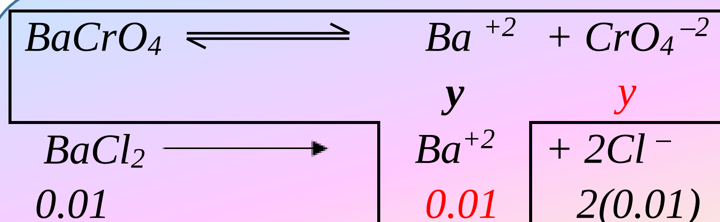
$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\qquad s \qquad\quad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = s^2$

$\therefore 1.2\times10^{-10} = s^2$

$\therefore s = \sqrt{1.2\times10^{-10}} = 1.1\times10^{-5}\,M$



$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\qquad y \qquad\quad y$

$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-}$

$0.01 \qquad\quad 0.01 \qquad 2(0.01)$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

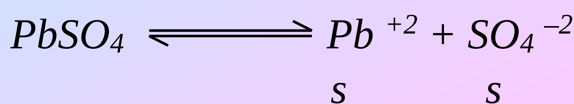
$K_{sp} = (y$ تهمل $+ 0.01)(1.2\times10^{-8})$

$\therefore K_{sp} = 1.2\times10^{-10}$

(احيائي 2017 د3)

ما ذوبانية $(PbSO_4)$ في محلول مائي مشبّع منه $(K_{sp}=1.6\times10^{-8})$؟ وما ذوبانيته بعد إضافة $2ml$ من H_2SO_4 تركيزه $(5M)$ إلى لتر من المحلول المشبّع منه؟ علماً ان: $\sqrt{1.6}=1.26$.

الحـــل



$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\qquad s \qquad\quad s$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = s^2$

$1.6\times10^{-8} = s^2 \Longrightarrow s = \sqrt{1.6\times10^{-8}}$

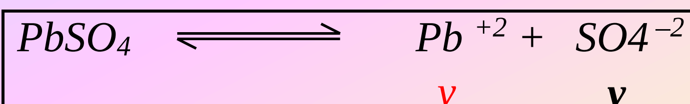
$\therefore s = 1.26\times10^{-4}\,M$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$5M \times 2ml = M_{H_2SO_4} \times 1000ml$

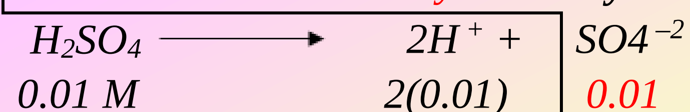
$\therefore M_{H_2SO_4} = \dfrac{5M \times 2ml}{1000ml} = 0.01\,M$

(يهمل التغيير في الحجم)



$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO4^{-2}$

$\qquad\qquad\qquad y \qquad\quad y$



$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + SO4^{-2}$

$0.01\,M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6\times10^{-8} = (y)(y$ تهمل $+ 0.01)$

$\therefore y = \dfrac{1.6\times10^{-8}}{0.01} = \dfrac{1.6\times10^{-8}}{1\times10^{-2}} = 1.6\times10^{-6}\,M$

(احيائي 2017 د3)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول يحتوي على حامض الخليك (CH_3COOH) بتركيز $(0.18M)$ وخلات الصوديوم (CH_3COONa) بتركيز $(0.36M)$، ثم قارن النتيجة مع قيمة pH لحامض الخليك بتركيز $0.18M$ علماً ان $log2=0.3$، $log1.8=0.26$، $K_a\ _{CH_3COOH}=1.8\times10^{-5}$

قيمة pH لمحلول حامض الخليك فقط	قيمة pH لمحلول (حامض الخليك + خلات الصوديوم)
$CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^- + H^+$ $0.18 \quad 0 \quad 0$ تهمل $0.18 - x \quad x \quad x$	$pK_a = -\log(1.8\times10^{-5})$ $pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$ $\therefore pK_a = 4.74$
$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(x)^2}{(0.18)}$ $x^2 = 1.8\times10^{-5}\times0.18 = 18\times18\times10^{-8}$ $\therefore x = \sqrt{18\times18\times10^{-8}} = 18\times10^{-4}M$ $pH = -\log[H^+] = -\log(1.8\times10^{-5})$ $\therefore pH = 5 - 0.26 = 4.74$	$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$ $pH = 4.74 + \log\frac{(0.36)}{(0.18)} = 4.74 + \log 2$ $\therefore pH = 4.74 + 0.3 = 5.04$

يلاحظ ان قيمة pH في محلول بفر أكبر من قيمته في محلول حامض الخليك بسبب وجود الأيون المشترك (CH_3COO^-) الذي يقلل من تفكك حامض الخليك وبالتالي التقليل من تركيز أيونات $[H^+]$

(احيائي 2017 د3)

ان قيمة pH للمحلول المائي لنترات الصوديوم تركيزه $0.1M$ هو (1، 13، 7).

الحل

(7) لأن الملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية

(خارج احيائي 2017 د1)

ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح إذا علمت ان تركيزه $0.1M$ وقيمة pOH له يساوي 9؟

الحل

$$K_h = \frac{[H^+]^2}{C} = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} = \frac{10^{-10}}{10^{-1}}$$

$$\therefore K_h = 10^{-9}$$

$pH = 14 - pOH = 14 - 9 = 5$

$\because pH < 7$ ($\therefore$ الملح حامضي)

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5}\ M$

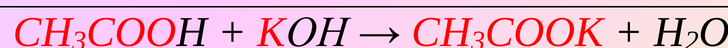
(خارج احيائي 2017 د1)

احسب مقدار التغير في قيمة pH بعد إضافة $20ml$ من $0.2M$ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH إلى $50ml$ من $0.1M$ حامض الخليك CH_3COOH، علماً ان: $log1.8=0.25$ ،$log1.3=0.11$، $\sqrt{1.8}=1.3$ ،$log5 = 0.7$ ،$log2 = 0.3$ ،$K_a\,(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$.

الحل

$n\,(CH_3COOH) = 0.1\ M \times 50\ ml = 5\ mmol$

$n\,(KOH) = 0.2\ M \times 20\ ml = 4\ mmol$



$$CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$$

	CH_3COOH	KOH	CH_3COOK
	5	4	0
–	4	4	
	1	**0**	4

$$[CH_3COONa] = \frac{n}{V_T} = \frac{4}{70} = 0.057\ M \text{ (المتكوّن)}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{n}{V_T} = \frac{1}{70} = 0.014M \text{ (المتبقي)}$$

$pK_a = -\log K_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

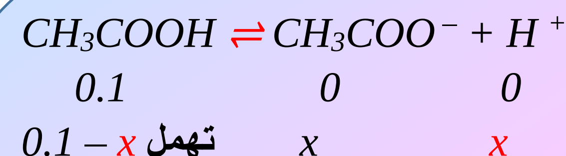
$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.25 = 4.75$

$$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} = 4.75 + \log\frac{(0.057)}{(0.014)}$$

$pH_2 = 4.75 + \log 4 = 4.75 + \log 2^2$

$pH_2 = 4.75 + 2\log 2 = 4.75 + 2(0.3)$

$\therefore pH_2 = 4.75 + 0.6 = 5.35$



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
0.1	0	0
$0.1 - x$ تهمل	x	x

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8\times10^{-5} = \frac{(x)^2}{(0.1)}$$

$x^2 = 1.8\times10^{-5}\times 0.1$

$x = \sqrt{1.8\times10^{-6}}$

$\therefore x = 1.3\times10^{-3}M$

$pH = -\log[H^+]$

$pH = -\log(1.3\times10^{-3})$

$\therefore pH_1 = 3 - 0.11 = 2.89$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 5.35 - 2.89 = 2.46$

(احيائي 2019 د3) / (خارج احيائي 2019 د1)

قيمة ثابت التحلل المائي لملح كلوريد الأمونيوم يساوي........... علماً ان $K_{b\,(NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$

كلوريد الأمونيوم NH_4Cl مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 0.55\times10^{-9}$$

(خارج احيائي 2017 د1)

احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ في محلول دالته الحامضية عند (أ) $pH=8$ (ب) $pH=11.7$، إذا علمت ان: $K_{sp\ Zn(OH)_2} = 1.2\times10^{-17}$ ثمّ ناقش النتائج، $log\ 5 = 0.7$.

الحل

عند $pH = 11.7$	عند $pH = 8$
$pOH = 14 - pH \Rightarrow pOH = 14 - 11.7$ $pOH = 2.3$ $[OH] = 10^{-pOH} = 10^{-2.3+3-3}$ $\therefore [OH] = 10^{0.7}\times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} M$	$pOH = 14 - pH \Rightarrow pOH = 14 - 8$ $\therefore pOH = 6$ $\therefore [OH] = 10^{-pOH} = 10^{-6}\ M$
$Zn(OH)_{2\ (s)} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$ $K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^{-}]^2$ $1.2\times10^{-17} = [Zn^{+2}](5\times10^{-3})^2$ $[Zn^{+2}] = \frac{1.2\times10^{-17}}{25\times10^{-6}} = \frac{12\times10^{-18}}{25\times10^{-6}}$ $\therefore [Zn^{+2}] = 0.48\times10^{-12} M$	$Zn(OH)_{2\ (s)} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^{-}$ $K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^{-}]^2$ $1.2\times10^{-17} = [Zn^{+2}](10^{-6})^2$ $\therefore [Zn^{+2}] = \frac{1.2\times10^{-17}}{10^{-12}} = 1.2\times10^{-5} M$

(خارج احيائي 2017 د2)

إذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $(PbSO_4)$ في الماء النقي تساوي (1.2×10^{-4})؟ وما ذوبانيته بعد إضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه $(10M)$ إلى لتر من المحلول المشبّع منه؟ علماً ان: $\sqrt{1.6}=1.26$.

الحل

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\qquad\qquad s \qquad s$$
$$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = s^2$$
$$K_{sp} = (1.2\times10^{-4})^2$$
$$\therefore K_{sp} = 1.44\times10^{-8}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$10M \times 1ml = M_{H_2SO_4} \times 1000ml$$
$$\therefore M_{H_2SO_4} = \frac{10M\times1ml}{1000ml} = 0.01\ M$$
(يهمل التغيير في الحجم)

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\qquad\qquad y \qquad y$$
$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$$
$$0.01\ M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

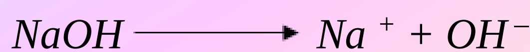
$$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$1.44\times10^{-8} = (y)(y + 0.01)\ \text{(y تهمل)}$$
$$\therefore y = \frac{1.44\times10^{-8}}{0.01} = \frac{1.44\times10^{-8}}{1\times10^{-2}} = 1.44\times10^{-6}\ M$$

(خارج احيائي 2017 د2)

احسب مقدار التغير في قيمة pH بعد إضافة $2ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيزه $5M$ الى لتر واحد من محلول بقر مكوّن من حامض الخليك CH_3COOH بتركيز $0.1M$ وخلات الصوديوم CH_3COONa بتركيز $0.1M$، علماً ان: $K_a\ (CH_3COOH) = 1.8\times10^{-5}$، $log1.2=0.08$، $log3=0.477$، $log1.8 = 0.26$، $log11 = 1.04$.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 5M \times 2ml = M_{NaOH} \times 1000ml$$

$$\therefore M_{NaOH} = \frac{5M \times 2ml}{1000ml} = 0.01\ M$$



$$NaOH \longrightarrow Na^{+} + OH^{-}$$

$$0.01 \qquad 0.01 \qquad 0.01 \qquad \therefore [OH] = 0.01M$$

$$\therefore pH_2 = pK_a + log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]} = 4.74 + log\frac{[0.1 + 0.01]}{[0.1 - 0.01]}$$

$$pH_2 = 4.74 + log\frac{[0.11]}{[0.09]} = 4.74 + log\ 11 - log\ 9$$

$$pH_2 = 4.74 + log11 - log3^2 = 4.74 + 1.04 - 2(0.477)$$

$$\therefore pH_2 = 5.78 - 0.954 = 4.82$$

(أو)

$$pH_2 = 4.74 + log\frac{[0.11]}{[0.09]} = 4.74 + log\ 1.2$$

$$\therefore pH_2 = 4.74 + 0.08 = 4.82$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.82 - 4.74 = 0.08$$

$$pK_a = -\ log\ K_a$$

$$pK_a = -\ log\ (1.8\times10^{-5})$$

$$pK_a = 5 - log\ 1.8$$

$$\therefore pK_a = 5 - 0.26 = 4.74$$

$$pH_1 = pK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH_1 = 4.74 + log\frac{(0.1)}{(0.1)}$$

$$pH_1 = 4.74 + log\ 1$$

$$\therefore PH_1 = 4.74$$

(خارج احيائي 2017 د2)

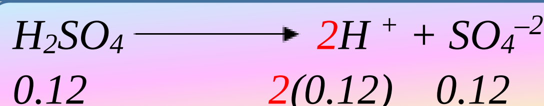
0.5 لتر من محلول نترات البوتاسيوم KNO_3 بتركيز $0.1M$ فإن pH المحلول يساوي.......

الحـــل يساوي 7 لأن الملح مشتق من حامض قوي (HNO_3) وقاعدة قوية (KOH)

(نازحين احيائي 2017 د1)

لتر من محلول H_2SO_4 بتركيز $(0.12M)$ فإن $[H^+]$ يساوي........

الحـــل



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$$

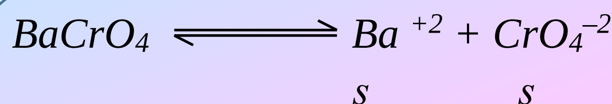
$$0.12 \qquad 2(0.12) \qquad 0.12$$

$$\therefore [H^{+}] = 0.24\ M$$

(2016 د3)

إذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في المحلول المائي المشـــبّع تســـاوي $1.2\times10^{-5}M$، ما ذوبانيته في محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ بتركيز $0.1\ M$.

الحـــل



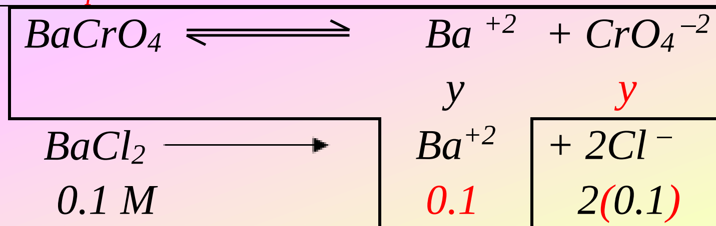
$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$s \qquad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[CrO_4^{-2}] = s^2$

$K_{sp} = (1.2\times10^{-5})^2$

$\therefore K_{sp} = 1.44 \times 10^{-10}$



$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$y \qquad y$

$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$

$0.1\ M \qquad 0.1 \qquad 2(0.1)$

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[CrO_4^{-2}]$

$1.44\times10^{-10} = (y$ تهمل $+ 0.1)\,(y)$

$\therefore y = \dfrac{1.44 \times 10^{-10}}{0.1} = 1.44 \times 10^{-9}\ M$

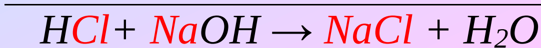
(نازحين احيائي 2017 د2)

احسب قيمة الـ pH لمحلول ناتج من مزج من $26ml$ من $0.2M$ هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مع $50ml$ من $0.1M$ حامض الهيدروكلوريك HCl، علماً ان: $log5 = 0.7$، $log\ 2 = 0.3$.

الحـــل

$n\ (NaOH) = 0.2\ M \times 26\ ml = 5.2\ mmol$

$n\ (HCl) = 0.1\ M \times 50\ ml = 5\ mmol$



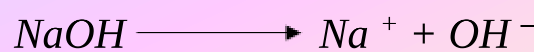
HCl	$NaOH$	$NaCl$	
5	5.2	0	
– 5	5		
0	**0.2**	5	(بعد الاضافة)

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$\therefore [NaCl] = \dfrac{n}{V_T} = \dfrac{5}{76} = 0.065\ M$ (المتكوّن)

$\therefore [NaCl]$ ملح متعادل

$\therefore [NaOH] = \dfrac{n}{V_T} = \dfrac{0.2}{76} = 0.002M$ (المتبقي)



$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$0.002 \qquad 0.002 \qquad 0.002$

$\therefore [OH] = 2 \times 10^{-3}M$

$pOH = -\log [OH] = -\log (2 \times 10^{-3})$

$\therefore pOH = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$

$\therefore pH = 14 - pOH = 14 - 2.7 = 11.3$

(الطريقة الثانية) $[H^+] = \dfrac{1\times10^{-14}}{[OH]} = \dfrac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-3}}$

$\therefore [H^+] = 0.5 \times 10^{-11} = 5 \times 10^{-12}M$

$pH = -\log [H^+] = -\log (5 \times 10^{-12})$

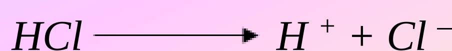
$\therefore pH = 12 - \log 5 = 12 - 0.7 = 11.3$

(نازحين احيائي 2017 د3)

احسب مقدار التغير في قيمة الـ pH بعد إضافة $1ml$ من حامض الهيدروكلوريك HCl تركيزه $10M$ إلى لتر من محلول بفر مكوّن من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa، تركيز كل منهما $0.1M$، علماً ان: $K_a\ CH_3COOH=1.8\times10^{-5}$، $\log 0.818=-0.09$، $\log1.8=0.26$.

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 10M \times 1ml = M_{HCl} \times 1000ml$

$\therefore M_{HCl} = \frac{10M \times 1ml}{1000ml} = 0.01\ M$ (يهمل التغيير في الحجم)



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$0.01 \qquad 0.01 \qquad 0.01$

$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]} = 4.74 + \log\frac{[0.1-0.01]}{[0.1+0.01]}$

$pH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.09]}{[0.11]} = 4.74 + \log 0.818$

$\therefore pH_2 = 4.74 - 0.09 = 4.65$

$\therefore \Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.65 - 4.74 = -0.09$

$pK_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 1.8$

$pK_a = 5 - 0.26$

$\therefore pK_a = 4.74$

$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.1)}$

$pH_1 = 4.74 + \log 1$

$\therefore pH_1 = 4.74$

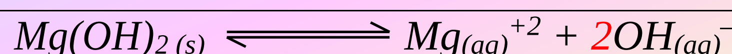
(نازحين احيائي 2017 د3)

مـــا الذوبانيـــة المولاريـــة لهيدروكســـيد المغنيســـيوم $Mg(OH)_2$ $(K_{sp}=1.8\times10^{-11})$ فـــي محلـــول مـــائي تركيز $[H^+]$ فيه يساوي 3×10^{-11}؟

الحـــل

$[OH] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{3\times10^{-11}}$

$\therefore [OH] = 0.3\times10^{-3} = 3\times10^{-4}\ M$



$Mg(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Mg_{(aq)}^{+2} + 2OH_{(aq)}^-$

$K_{sp} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.8\times10^{-11} = [Mg^{+2}](3\times10^{-4})^2$

$1.8\times10^{-11} = [Mg^{+2}](9\times10^{-8})$

$[Mg^{+2}] = \frac{1.8\times10^{-11}}{9\times10^{-8}} = \frac{18\times10^{-12}}{9\times10^{-8}}$

$\therefore [Mg^{+2}] = 2\times10^{-4} M$

(تمهيدي احيائي 2018)

(pH) لملح يساوي (5) وتركيزه $(0.1M)$ فإن (K_b) له يساوي............

الحل

الطريقة الثانية	الطريقة الأولى
$pH = \frac{1}{2}(pK_w - pK_b - \log C)$	$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5}M$
$5 = \frac{1}{2}(14 - pK_b - \log 0.1)$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times [C]}{K_b}}$
$5 = \frac{1}{2}(14 - pK_b + 1)$	$10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 0.1}{K_b}}$ بتربيع الطرفين
$10 = 15 - pK_b$	$10^{-10} = \frac{10^{-14} \times 0.1}{K_b}$
$pK_b = 15 - 10 = 5$	$K_b = \frac{10^{-15}}{10^{-10}} = 1 \times 10^{-5}$
$K_b = 10^{-pK_b} = 10^{-5}$	

(تمهيدي احيائي 2018)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH، 1) للتر من محلول بفر مكوّن من حامض الخليك بتركيز $(0.2M)$ وخلات الصوديوم بتركيز $(0.2M)$. 2) لنفس محلول بفر لكن بعد إضافة $0.1M$ من حامض الهيدروكلوريك، ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة pH، علماً ان $\log 3 = 0.477$، $pK_a = 4.74$. (أهمل الحجم الحاصل بعد الإضافة)

الحل

$$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.2)}{(0.2)}$$

$$pH_1 = 4.74 + \log 1$$

$$pH_1 = 4.74$$

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$0.1 \qquad 0.1 \qquad 0.1$

$$\therefore pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

$$pH_2 = 4.74 + \log\frac{(0.2 - 0.1)}{(0.2 + 0.1)} = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.3)}$$

$$pH_2 = 4.74 + \log 1 - \log 3 = 4.74 + 0 - 0.477$$

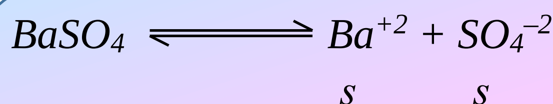
$$\therefore pH_2 = 4.74 - 0.477 = 4.263$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 4.263 - 4.74$$

$$\therefore \Delta pH = -0.477$$

(تمهيدي احيائي 2017)

ان الذوبانية المولارية لملح كبريتات الباريوم $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبّع يساوي (1×10^{-5})، ما ذوبانيته في محلول كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) بتركيز ($0.01M$)؟

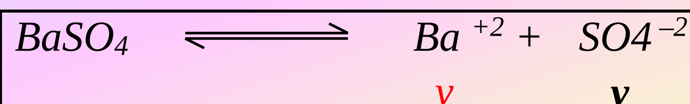


$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$s \qquad s$$

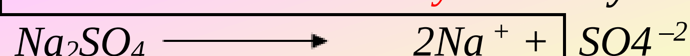
$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$$

$$\therefore K_{sp} = (1\times10^{-5})^2 = 1\times10^{-10}$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO4^{-2}$$

$$y \qquad y$$



$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^{+} + SO4^{-2}$$



$$0.01\ M \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1\times10^{-10} = (y)(y\ \text{تهمل} + 0.01) \Longrightarrow 1\times10^{-10} = y\,(0.01)$$

$$\therefore y = \frac{1\times10^{-10}}{10^{-2}} = 1\times10^{-8}\ M$$

(احيائي 2018 د1)

احسب مقدار التغيير في قيمة الأس الهيدروجيني pH بعد إضافة ($1ml$) من حامض H_2SO_4 بتركيز $10M$ إلى محلول بفر مكوّن من الامونيا بتركيز $0.1M$ وكلوريد الأمونيوم بتركيز $0.1M$، علماً ان $K_{b\,(NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$ (أهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد الإضافة)، $log1.8 = 0.26$، $log1.5 = 0.18$.

$$pK_b = -\log K_b$$

$$pK_b = -\log(1.8\times10^{-5})$$

$$pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26$$

$$\therefore pK_b = 4.74$$

$$pOH_1 = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

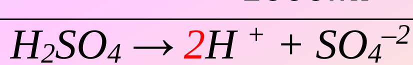
$$pOH_1 = 4.74 + \log\frac{(0.1)}{(0.1)} = 4.74$$

$$pH_1 = 14 - pOH_1 = 14 - 4.74$$

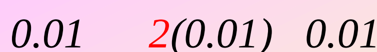
$$\therefore pH_1 = 9.26$$

$$M_1\times V_1 = M_2\times V_2 \Longrightarrow 10M\times1ml = M_2\times1000ml$$

$$\therefore M_{H_2SO_4} = \frac{10M\times1ml}{1000ml} = 0.01\ M$$



$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$$



$$0.01 \qquad 2(0.01) \qquad 0.01$$

$$\therefore [H^{+}] = 0.02M$$

$$pOH_2 = pK_b + \log\frac{[salt]+[H^{+}]}{[base]-[H^{+}]}$$

$$pOH_2 = 4.74 + \log\frac{(0.1+0.02)}{(0.1-0.02)} = 4.74 + \log\frac{(0.12)}{(0.08)}$$

$$\therefore pOH_2 = 4.74 + \log 1.5 = 4.74 + 0.18 = 4.92$$

$$\therefore pH_2 = 14 - pOH_2 = 14 - 4.92 = 9.08$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.08 - 9.26 = -0.18$$

(احيائي 2018 د1) / (خارج احيائي 2018 د2)

محلول من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه $0.01M$ وحجمه $20ml$، اضيف إلى $80ml$ من محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 تركيزه $0.05M$، بيّن هل تترسب كرومات الفضة (Ag_2CrO_4)، علماً ان $K_{sp\,(Ag_2CrO_4)} = 1.1\times10^{-12}$.

الحل



$AgNO_3 \rightleftharpoons Ag^{+} + NO_3^{-}$

$M_1\times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.01M \times 20ml = M_2 \times 100ml$

$\therefore M_2 = \dfrac{0.01M \times 20ml}{100ml} = 0.002\ M\ [Ag^{+}]$



$K_2CrO_4 \rightleftharpoons 2K^{+} + CrO_4^{-2}$

$M_1\times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.05M \times 80ml = M_2 \times 100ml$

$\therefore M_2 = \dfrac{0.05M \times 80ml}{100ml} = 0.04\ M\ [CrO_4^{-2}]$



$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + CrO_4^{-2}$

$Q_{sp} = [Ag^{+}]^2\,[CrO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = [0.002]^2\,[0.04]$

$Q_{sp} = (4 \times 10^{-6})\,(4 \times 10^{-2})$

$Q_{sp} = 16 \times 10^{-8}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}$

$16 \times 10^{-8} > 1.1\times10^{-12}$

∴ يحصل ترسيب

(احيائي 2018 د2)

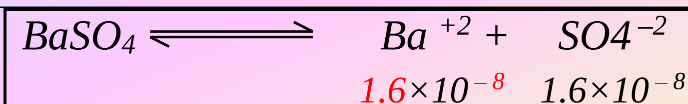
إذا علمت ان ذوبانية $BaSO_4$ بعد إضافة $(1ml)$ من H_2SO_4 تركيزه $10M$ إلى لتر من المحلول المشبّع من تساوي 1.6×10^{-8}، احسب ذوبانيته في محلوله المائي المشبّع. علماً ان $\sqrt{1.6}=1.26$.

الحل

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (H_2SO_4)$

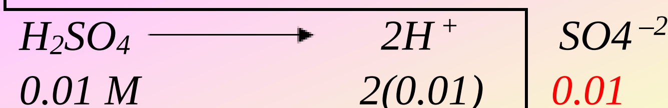
$10 \times 1 = M_2 \times 1000\ ml$

$\therefore M_2 = \dfrac{10 \times 1}{1000} = 0.01\ M$



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO4^{-2}$

1.6×10^{-8} 1.6×10^{-8}



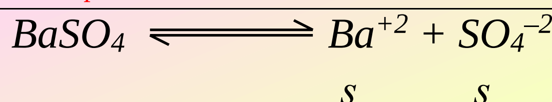
$H_2SO_4 \rightarrow 2H^{+} + SO4^{-2}$

$0.01\ M$ $2(0.01)$ 0.01

$K_{sp} = (1.6\times10^{-8})\,(1.6\times10^{-8}$ تهمل $+ 0.01)$

$K_{sp} = (1.6\times10^{-8})\,(10^{-2})$

$\therefore K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10}\ M$



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

s s

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$

$\therefore 1.6 \times 10^{-10} = s^2$

$\therefore s = \sqrt{1.6 \times 10^{-10}} = 1.26 \times 10^{-5} M$

(احيائي 2018 د2)

ما تركيز خلات الصوديوم CH_3COONa في محلول يحتوي إضافة للملح على حامض الخليك CH_3COOH تركيزه $0.02M$ وان pH للمحلول تساوي 4.74، ثم احسب pH للمحلول أعلاه بعد إضافة $2ml$ من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه $5M$ إلى لتر من المحلول أعلاه (أهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد الإضافة)، علماً ان: $K_a\ CH_3COOH = 1.8\times10^{-5}$، $log2=0.3$، $log3=0.48$، $log1.8=0.26$.

$pK_a = -\log K_a = -\log(1.8\times10^{-5})$

$\therefore pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$

$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$4.74 = 4.74 + \log\frac{[CH_3COONa]}{[0.02]}$

$4.74 - 4.74 = \log\frac{[x]}{[0.02]}$

$0 = \log\frac{[x]}{[0.02]} \Rightarrow 10^0 = 10^{\log\frac{[x]}{[0.02]}}$

$\therefore 1 = \frac{[x]}{[0.02]} \Rightarrow [x] = 0.02M$

$M_1\times V_1 = M_2\times V_2 \Rightarrow 5M\times2ml = M_2\times1000ml$

$\therefore M_{HCl} = \frac{5M\times2ml}{1000ml} = 0.01\ M$



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$0.01 \quad\quad 0.01 \quad 0.01$

$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$

$pH_2 = 4.74 + \log\frac{0.02-0.01}{0.02+0.01}$

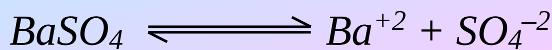
$pH_2 = 4.74 + \log\frac{1}{3} = 4.74 + \log 1 - \log 3$

$\therefore pH_2 = 4.74 + 0 - 0.48 = 4.26$

(احيائي 2018 د3)

مزج $80ml$ من محلول $2\times10^{-6}M$ نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ مع $20ml$ من محلول $5\times10^{-5}M$ كبريتات الصوديوم Na_2SO_4، هل يحصل ترسيب ام لا لكبريتات الباريوم $BaSO_4$ إذا علمت ان الذوبانية المولارية لـ $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبّع تساوي تقريباً $(1\times10^{-5}M)$؟ بيّن ذلك حسابياً.

الحل



$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (s)(s) = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1\times10^{-5})^2 = 1\times10^{-10}$

$Ba(NO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2NO_3^-$

$2\times10^{-6}M\times80ml = M_2\times100ml$



$\therefore M_2 = \frac{2\times10^{-6}\times80}{100} = 16\times10^{-7}\ M\ [Ba^+]$



$Na_2SO_4 \rightleftharpoons 2Na^+ + SO_4^{-2}$

$5\times10^{-5}M\times20ml = M_2\times100ml$

$\therefore M_2 = \frac{5\times10^{-5}\times20}{100} = 10^{-5}\ M\ [SO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = 16\times10^{-7}\times10^{-5}$

$\therefore Q_{sp} = 16\times10^{-12}$

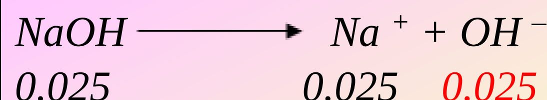
$\because Q_{sp} < K_{sp}$ (لا يحدث ترسيب $\therefore$)

(احيائي 2018 د3)

احسب مقدار التغير في قيمة الـــ pH بعد إضافة $(0.05mol)$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ إلى $(2L)$ من محلول بفري مكوّن من حـامض النتروز HNO_2، $K_{a(HNO_2)} = 4.5\times10^{-4}$ بتركيز $(0.12M)$ ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز $(0.15M)$، $log1.85=0.26$ ، $log1.25=0.1$ ، $log4.5=0.65$.

الحـــل

$$M_{NaOH} = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.05}{2} = 0.025M$$



$$NaOH \longrightarrow Na^{+} + OH^{-}$$
$$0.025 \qquad 0.025 \qquad 0.025$$

$$pK_a = -log\,(4.5\times10^{-4})$$
$$pK_a = 4 - log\,(4.5) = 4 - 0.65$$
$$\therefore pK_a = 3.35$$

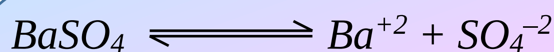
$$pH_2 = pK_a + log\frac{[salt + OH]}{[acid - OH]}$$
$$pH_2 = 3.35 + log\frac{[0.15 + 0.025]}{[0.12 - 0.025]}$$
$$pH_2 = 3.35 + log\frac{[0.175]}{[0.095]} = 3.35 + log\,1.85$$
$$\therefore pH_2 = 3.35 + 0.26 = 3.61$$

$$pH_1 = pK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$pH_1 = 3.35 + log\frac{[0.15]}{[0.12]} = 3.35 + log\frac{5}{4}$$
$$pH_1 = 3.35 + log\,1.25 = 3.35 + 0.1$$
$$\therefore pH_1 = 3.35 + 0.1 = 3.45$$

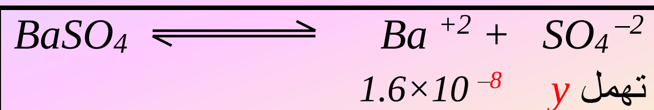
$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 3.61 - 3.45 = 0.16$$

(خارج احيائي 2018 د1)

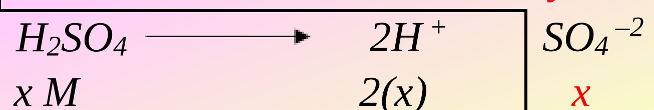
مـا تركيـز $(1ml)$ مـن حـامض الكبريتيـك المركـز (H_2SO_4) الواجـب اضافتـه إلـى لتـر مـن المحلـول المـائي لكبريتات الباريوم $(BaSO_4)$ **لتتغير** الذوبانية المولارية **من** $(1.26\times10^{-5}M)$ **إلى** $(1.6\times10^{-8}M)$.



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$s \qquad s$$
$$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[SO_4^{-2}] = (s)\,(s) = s^2$$
$$\therefore K_{sp} = (1.26\times10^{-5})^2 \simeq 1.6\times10^{-10}$$



$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$1.6\times10^{-8} \qquad \text{تهمل } y$$



$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} \quad SO_4^{-2}$$
$$x\,M \qquad 2(x) \qquad x$$

$$1.6\times10^{-10} = (1.6\times10^{-8}M)\,(y \text{ تهمل } + x)$$
$$\therefore x = \frac{1.6\times10^{-10}}{1.6\times10^{-8}M} = 10^{-2} = 0.01M\ [SO_4^{-2}]$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$M_1 \times 1ml = 0.01M \times 1000\,ml$$
$$\therefore M_1 = \frac{0.01\times1000}{1} = 10\,M$$

(خارج احيائي 2018 د1)

احسب قيمة الـ pH لمحلول ناتج من مزج $30ml$ من $0.1M$ هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مع $20ml$ من $0.2M$ حامض الهيدروكلوريك HCl، علماً ان: $log\ 2 = 0.3$.

الحل

$n\ (NaOH) = 0.1\ M \times 30\ ml = 3\ mmol$

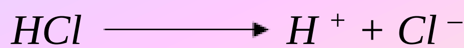
$n\ (HCl) = 0.2\ M \times 20\ ml = 4\ mmol$

HCl +	$NaOH$ →	$NaCl$ + H_2O	
4	3	0	
– 3	3		
1	**0**	3	(بعد الاضافة)

$\therefore [NaCl] = \frac{n}{V_T} = \frac{3}{50} = 0.06\ M$ (المتكوّن)

$\therefore [NaCl]$ ملح متعادل

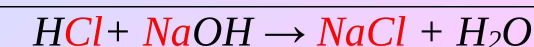
$\therefore [HCl] = \frac{n}{V_T} = \frac{1}{50} = 0.02M$ (المتبقي)



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$0.02 \qquad 0.02 \qquad 0.02$

$\therefore [H^+] = 2 \times 10^{-2} M$



$pH = -\log [H^+] = -\log (2 \times 10^{-2})$

$\therefore pH = 2 - \log 2 = 2 - 0.3 = 1.7$

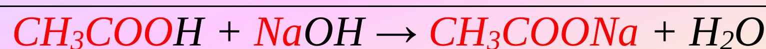
(خارج احيائي 2018 د2)

كم ستكون قيمة pH المحلول الناتج من مزج $20ml$ من $0.2M$ هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مع $50ml$ من $0.1M$ حامض الخليك CH_3COOH؟ علماً ان: $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$، $log\ 1.8 = 0.26$، $log\ 6 = 0.77$.

$0.2\ M \times 20\ ml = M_2 \times 70 \Rightarrow M_2 = \frac{0.2 \times 20}{70} = 0.06$

$0.1M \times 50ml = M_2 \times 70 \Rightarrow M_2 = \frac{0.1 \times 50}{70} = 0.07$

CH_3COOH +	$NaOH$ →	CH_3COONa + H_2O	
0.07	0.06	0	
– 0.06	0.06		
0.01	**0**	0.06	(بعد الإضافة)



$pK_a = -\log K_a = -\log (1.8 \times 10^{-5})$

$pK_a = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$

$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$pH = 4.74 + \log \frac{(0.06)}{(0.01)}$

$pH = 4.74 + \log 6 = 4.74 + 0.77$

$\therefore pH = 5.51$

(احيائي 2019 د1)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني pH، 1) للتر من محلول بفر مكوّن من الامونيا (NH_3) وكلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) بتركيز $(0.2M)$ لكل منهما. 2) لنفس محلول بفر لكن بعد إضافة $0.05M$ من محلول $Ba(OH)_2$ إليه. 3) احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة pH وناقش النتيجة علماً ان $log3=0.477$ ،$log1.8=0.26$ ،$K_{b\,(NH_3)} = 1.8\times10^{-5}$.

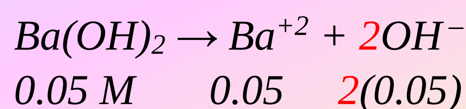
$pK_b = -\log K_b = -\log(1.8\times10^{-5})$

$\therefore pK_b = 5 - \log 1.8 = 5 - 0.26 = 4.74$

$pOH_1 = pK_b + \log\frac{[salt]}{[base]} = 4.74 + \log\frac{[0.2]}{[0.2]}$

$\therefore pOH_1 = 4.74 + \log 1 = 4.74$

$\therefore pH_1 = 14 - pOH = 14 - 4.74 = 9.26$



$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

$0.05\ M \qquad 0.05 \qquad 2(0.05)$

$\therefore [OH] = 0.1\ M$

$pOH_2 = pK_b + \log\frac{[salt]-[OH]}{[base]+[OH]}$

$pOH_2 = 4.74 + \log\frac{[0.2-0.1]}{[0.2+0.1]}$

$pOH_2 = 4.74 + \log\frac{0.1}{0.3}$

$pOH_2 = 4.74 + \log 1 - \log 3$

$\therefore pOH_2 = 4.74 - 0.477 = 4.263$

$\therefore pH_2 = 14 - 4.263 = 9.737$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 9.737 - 9.26 = 0.477$

لأن المضاف قاعدة قوية لذا ستكون قيمة **pH** أكبر بقليل لأن المحلول بفر يقاوم التغير فيpH.

(احيائي 2019 د1)

احسب pH لمحلول حامض الكبريتيك قبل وبعد إضافة $1ml$ منه إلى لتر من محلول مشبع $PbSO_4$ لتتغير ذوبانية المحلول المشبّع من $1.26\times10^{-4}M$ إلى $3.2\times10^{-6}M$.

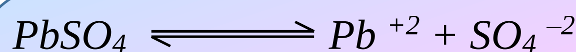
الحل

$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad s \qquad s$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = s^2$

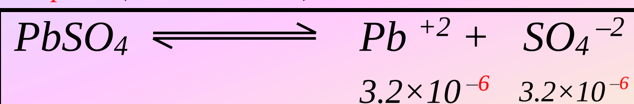
$K_{sp} = (1.26\times10^{-4})^2 \simeq 1.6\times10^{-8}$



$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

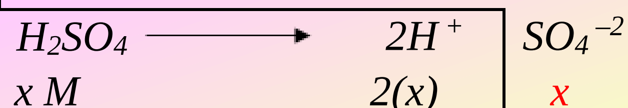
$1.6\times10^{-8} = (3.2\times10^{-6})(3.2\times10^{-6}$ تهمل $+ x)$

$\therefore x = \frac{1.6\times10^{-8}}{3.2\times10^{-6}} = 5\times10^{-3}\ M\ [\mathbf{H_2SO_4}]_2$



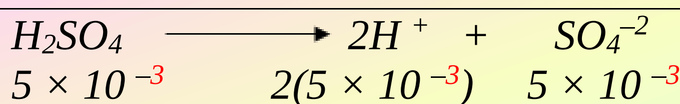
$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad 3.2\times10^{-6} \quad 3.2\times10^{-6}$



$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ \quad SO_4^{-2}$

$x\ M \qquad 2(x) \qquad x$



$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

$5\times10^{-3} \qquad 2(5\times10^{-3}) \qquad 5\times10^{-3}$

$\therefore [H^+] = 10\times10^{-3} = 10^{-2}M$ (بعد الإضافة)

$\therefore pH_2 = -\log[H^+] = -\log(10^{-2}) = 2$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2\ (H_2SO_4)$

$M_1 \times 1ml = 5 \times 10^{-3} \times 1000\ ml$

$\therefore M_1 = \dfrac{5\times10^{-3}\times1000}{1} = 5\ M$ (قبل الإضافة)



$H_2SO_4 \rightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$

$5 \quad\quad 2(5) \quad\quad 5$

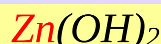
$\therefore [H^{+}] = 10\ M$

$\therefore pH_1 = -\log [H^{+}] = -\log (10) = -1$

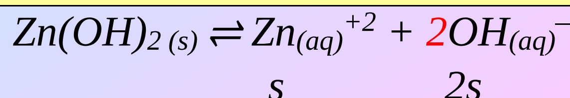
(احيائي 2019 د2)

محلول مشبّع من $Mg(OH)_2$ حجمه (لتر) ومحلول آخر مشبّع من $Zn(OH)_2$ حجمه (لتر) أيضاً، ما عدد مولات $NaOH$ الواجب إضافتها إلى أحد المحلولين لتصبح ذوبانية المحلولين متساوية؟ علماً ان $K_{sp(Mg(OH)_2)}=1.8\times10^{-11}$، $K_{sp(Zn(OH)_2)}=1.2\times10^{-17}$، $\sqrt{12.5}=3.5$، $\sqrt[3]{3}=1.44$، $\sqrt[3]{4.5}=1.65$.

الحل



$Zn(OH)_2$



$Zn(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

$\quad\quad s \quad\quad 2s$

$K_{sp} = [Zn^{+2}]\,[OH^{-}]^2 = (s)\,(2s)^2 = 4s^3$

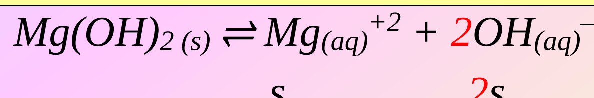
$1.2 \times 10^{-17} = 4s^3$

$s^3 = \dfrac{12 \times 10^{-18}}{4} = 3 \times 10^{-18}$

$\therefore s = \sqrt[3]{3 \times 10^{-18}} = 1.44 \times 10^{-6}\ M$



$Mg(OH)_2$



$Mg(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

$\quad\quad s \quad\quad 2s$

$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[OH^{-}]^2 = (s)\,(2s)^2 = 4s^3$

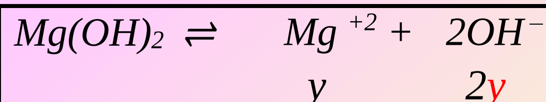
$1.8\times10^{-11} = 4s^3$

$s^3 = \dfrac{18\times10^{-12}}{4} = 4.5 \times 10^{-12}$

$\therefore s = \sqrt[3]{4.5 \times 10^{-12}} = 1.65 \times 10^{-4}\ M$

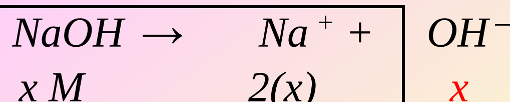
$\because$ ذوبانية $Mg(OH)_2$ أكبر من $Zn(OH)_2$ لذا سوف تضاف $NaOH$ إلى محلول $Mg(OH)_2$ لكي تقلل من ذوبانيته بسبب تأثير الأيون المشترك (OH) الذي يؤدي إلى ترجيح التفاعل بالاتجاه الخلفي.

ونعوض قيمة ذوبانية $Zn(OH)_2$ في $K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[OH^{-}]^2$ لكي نستخرج تركيز $NaOH$.



$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^{-}$

$\quad\quad y \quad\quad 2y$



$NaOH \rightarrow Na^{+} + OH^{-}$

$x\ M \quad\quad 2(x) \quad\quad x$

$K_{sp} = [Mg^{+2}]\,[OH^{-}]^2$

$18\times10^{-12} = (1.44\times10^{-6})\,(\underline{2(1.44\times10^{-6})}$ تهمل $+ x)^2$

$x^2 = \dfrac{18\times10^{-12}}{1.44\times10^{-6}} = 12.5 \times 10^{-6}$

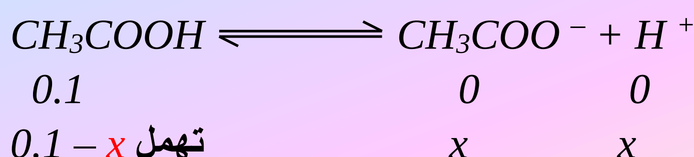
$\therefore x = \sqrt{12.5 \times 10^{-6}} = 3.5 \times 10^{-3}\ M\ [NaOH]$

$(\because V = 1L \ \therefore n = M) \Longrightarrow n\,(NaOH) = 3.5 \times 10^{-3}\ mol$

(احيائي 2019 د2)

يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز $0.1M$ بمقدار 1%، احسب ثابت تأين الحامض؟

الحــل



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$0.1 \qquad 0 \qquad 0$

$0.1 - x$ تهمل $\qquad x \qquad x$

$$\%\text{للتفكك النسبة المئوية} = \frac{[^+H]}{[CH_3COOH]} \times 100$$

$$1 = \frac{x}{0.1} \times 100 \Rightarrow 100\,x = 0.1$$

$$\therefore\ x = \frac{0.1}{100} = 0.001 = 10^{-3}M\ [H^+]$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][^+H]}{[CH_3COOH]} = \frac{(x)^2}{(0.1 - x)}$$

$$K_a = \frac{(x)^2}{(0.1)} = \frac{(10^{-3})^2}{(0.1)} = \frac{10^{-6}}{0.1}$$

$$\therefore K_a = 10^{-5}$$

(احيائي 2019 د2)

احسب pH لمحلول نترات الامونيوم بتركيز $0.5M$، وان $pK_{b(NH_3)} = 5$، علماً ان $log0.5 = -0.3$، $\sqrt{5} = 2.2$، $log2.2 = 0.34$.

الحــل

$\therefore$ ملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

الطريقة الأولى	الطريقة الثانية
$pH = \frac{1}{2}(pK_w - pK_b - log\ C)$	$K_b = 10^{-pK_b} = 10^{-5}$
$pH = \frac{1}{2}\ (14 - 5 - log\ 0.5)$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times [C]}{K_b}}$
$pH = \frac{1}{2}\ (14 - 5 + 0.3)$	$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 0.5}{10^{-5}}} = \sqrt{\frac{5 \times 10^{-15}}{10^{-5}}}$
$\therefore pH = \frac{1}{2}\ (9.3) = 4.65$	$[H^+] = \sqrt{5 \times 10^{-10}}$
	$\therefore [H^+] = 2.2 \times 10^{-5}M$
	$pH = -\log [H^+] = -\log (2.2 \times 10^{-5})$
	$\therefore pH = 5 - \log 2.2 = 5 - 0.34 = 4.66$

(احيائي 2019 د3)

مزج $(100ml)$ من محلول $0.05M$ حامض الكروميك H_2CrO_4 مع $(150ml)$ من محلول $0.05M$ هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$، احسب pH المحلول الناتج. علماً ان $log2=0.3$، $log5=0.7$.

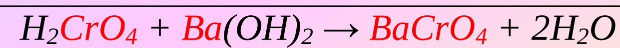
الحل

$0.05\ M\times100\ ml = M_2\times250\ (H_2CrO_4)$

$M_2 = \frac{0.05\times100}{250} = 0.02M$

$0.05M\times150ml = M_2\times250\ (Ba(OH)_2)$

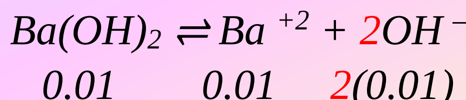
$M_2 = \frac{0.05\times150}{250} = 0.03M$



$H_2CrO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCrO_4 + 2H_2O$

H_2CrO_4	$Ba(OH)_2$	$BaCrO_4$
0.02	0.03	0
– 0.02	0.02	
0	**0.01** (المتبقي)	0.02 (ملح متعادل)

$\therefore [Ba(OH)_2] = 0.01\ M$ (المتبقي)



$Ba(OH)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2OH^-$

$0.01 \quad 0.01 \quad 2(0.01)$

$\therefore [OH] = 0.02 = 2\times10^{-2}M$

$pOH = -\log[OH] = -\log(2\times10^{-2})$

$\therefore pOH = 2-\log2 = 2-0.3 = 1.7$

$\therefore pH = 14-pOH = 14-1.7 = 12.3$

$\therefore [H^+] = \frac{K_w}{[OH]} = \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-2}} = 5\times10^{-13}M$

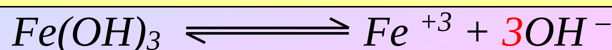
$pH = -\log(5\times10^{-13}) = 13-\log5$

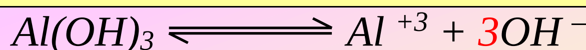
$\therefore pH = 13-0.7 = 12.3$ (الطريقة الثانية)

(احيائي 2019 د3)

محلول حجمه لتر يحتوي على $0.001mol$ من كل من ايونات Al^{+3}، Fe^{+3}، أضيفت إليه كمية من محلول $NaOH$، بيّن رياضياً أيّهما يترسب أولاً $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$؟ ولماذا؟ علماً ان $K_{sp}(Fe(OH)_3) = 5\times10^{-38}$، $K_{sp}(Al(OH)_3) = 3.5\times10^{-34}$، $\sqrt[3]{50}=3.7$، $\sqrt[3]{0.35}=0.7$.

$Fe(OH)_3$	$Al(OH)_3$
$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$	$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{+3} + 3OH^-$
$K_{sp} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$	$K_{sp} = [Al^{+3}][OH^-]^3$
$5\times10^{-38} = (0.001)[OH^-]^3$	$3.5\times10^{-34} = (0.001)[OH^-]^3$
$[OH^-]^3 = \frac{5\times10^{-38}}{1\times10^{-3}} = 5\times10^{-35} = 50\times10^{-36}$	$[OH^-]^3 = \frac{3.5\times10^{-34}}{1\times10^{-3}} = 0.35\times10^{-30}$
$\therefore [OH] = \sqrt[3]{50\times10^{-36}} = 3.7\times10^{-12}M$	$\therefore [OH] = \sqrt[3]{0.35\times10^{-30}} = 0.7\times10^{-10}M$





$\because$ $Fe(OH)_3$ يمتلك أقل ذوبانية $\therefore$ يترسب أولاً

(خارج احيائي 2019 د1)

محلول من كرومات البوتاسـيوم K_2CrO_4 تركيزه $(0.01M)$ وحجمه $(80ml)$ أضـيف إلى $(20ml)$ من محلول $(0.05M)$ من كلوريد الباريوم $BaCl_2$، بيّن هل تترسب كرومات الباريوم $BaCrO_4$، علماً ان الذوبانية المولارية في المحلول المائي المشبّع يساوي $1.2 \times 10^{-5}M$.

الحـــل



$BaCl_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2Cl^-$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.05M \times 20ml = M_2 \times 100ml$

$\therefore M_2 = \frac{0.05M \times 20ml}{100ml} = 0.01M\ [Ba^{+2}]$

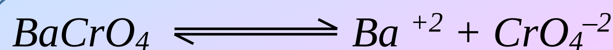
$Q_{sp} = [Ba^+]\ [CrO_4^{-2}]$

$Q_{sp} = [0.01]\ [0.008] = 10^{-2} \times 8 \times 10^{-3}$

$\therefore Q_{sp} = 8 \times 10^{-5}$

$\because Q_{sp} > K_{sp}\ (8 \times 10^{-5} > 1.44 \times 10^{-10})$

∴ يحصل ترسيب



$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad s \qquad s$

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\ [CrO_4^{-2}] = s^2$

$\therefore K_{sp} = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$



$K_2CrO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + CrO_4^{-2}$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.01M \times 80ml = M_2 \times 100ml$

$\therefore M_2 = \frac{0.01M \times 80ml}{100ml} = 0.008M\ [CrO_4^{-2}]$

(احيائي 2018 د3)

احسـب مقدار التغير في قيمة الأس الهيدروجيني (pH) بعد إضـافة $(0.05M)$ من حامض الكبريتيك H_2SO_4 إلى لتر من محلول بفري مكوّن من حـامض النتروز HNO_2، $K_{a(HNO_2)} = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز $(0.1M)$ ونتريـت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز $(0.5M)$، $log5=0.7$، $log2=0.3$، $log4.5=0.65$.

الحـــل

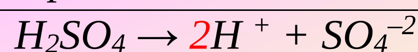
$pK_a = -\log K_a = -\log(4.5 \times 10^{-4})$

$\therefore pK_a = 4 - \log(4.5) = 4 - 0.65 = 3.35$

$pH_1 = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$pH_1 = 3.35 + \log\frac{[0.5]}{[0.1]} = 3.35 + \log 5$

$\therefore pH_1 = 3.35 + 0.7 = 4.05$



$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

$0.05 \qquad 2(0.05) \qquad 0.05$

$\therefore [H^+] = 0.1M$

$pH_2 = pK_a + \log\frac{[salt - H^+]}{[acid + H^+]}$

$pH_2 = 3.35 + \log\frac{[0.5 - 0.1]}{[0.1 + 0.1]}$

$pH_2 = 3.35 + \log\frac{[0.4]}{[0.2]} = 3.35 + \log 2$

$\therefore pH_2 = 3.35 + 0.3 = 3.65$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 3.65 - 4.05 = -0.4$

2 أسئلة متنوعة

(2013 د1) / (خارج 2013 د1) / (احيائي 2019 د2)

عرّف محلول بفر

الحل

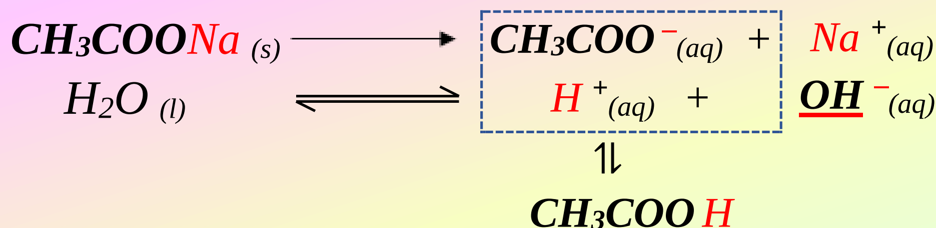
محلول مائي مكوّن من مزيج لحامض ضعيف مع أحد املاحه او قاعدة ضعيفة مع أحد املاحها ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الأس الهيدروجيني (pH) عند إضافة كمية صغيرة من حامض قوي أو قاعدة قوية إليه.

(2013 د1، تمهيدي 2014، 2015 د3، 2015 د1، ت 2017 د1+ د3، ح 2019 د1)

علل/ عند إذابة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول الناتج ذا صفة قاعدية دائماً؟

الحل

بسبب قابلية الأيون السالب للملح العائد في الاصل للحامض الضعيف على التفاعل مع أيونات H^+ للماء ونتيجة لذلك تنقص كمية H^+ في المحلول ما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعويض النقص مما يؤدي إلى تكون زيادة في كمية OH^- ويصبح المحلول قاعدياً. مثال على ذلك:



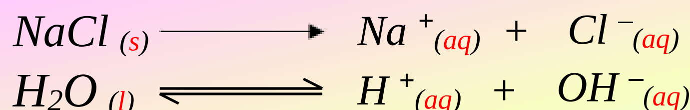
$$CH_3COONa_{(s)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$
$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$$CH_3COO^- + H^+ \rightleftharpoons CH_3COOH$$

(2013 د2) / (2014 د2) / (تطبيقي 2017 د2)

علل/ تكون المحاليل المائية لأملاح الحوامض القوية والقواعد القوية **متعادلة**؟

الحل

وذلك لأن ليس لأيوناتها الموجبة ولا لأيوناتها السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء، فتبقى $[H^+]$ و $[OH]$ ثابتة لكل منهما.



$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$
$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

(2013 د3) / (خارج تمهيدي 2015) / (تمهيدي 2016)

علل/ تزداد درجة (تفكك) تأين الإلكتروليت الضعيف عند التخفيف؟

الحــل

لأن عملية التخفيف تؤدي إلى إزاحة موقع الاتزان من موقعه الاصلي إلى موقع جديد لإزالة التأثير الخارجي (عملية التخفيف) حسب قاعدة لوشاتليه وذلك من خلال زيادة تفكك المذاب (الإلكتروليت الضعيف) أي يتأين مما يؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك من المذاب وزيادة في كمية الجزء المتفكك منه (الأيونات) في وحدة الحجم من المحلول.

(خارج 2013 د1)

علام تعتمد قابلية المحلول الإلكتروليتي للتوصيل الكهربائي؟ عددها

الحــل

1) طبيعة الأيونات المكونة له
2) تركيز الأيونات فيه
3) درجة حرارة المحلول.

(تمهيدي 2014)

ما هي الصفات المميزة للإلكتروليتات؟

الحــل

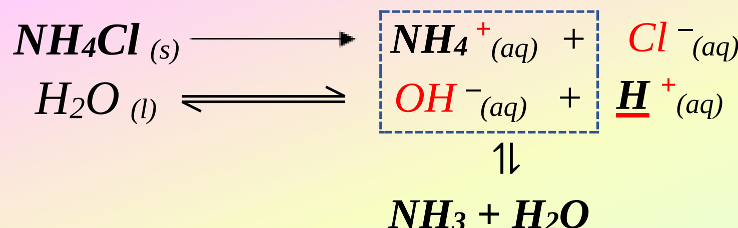
1) قابليتها على إيصال التيار الكهربائي في حالاتها المنصهرة أو عندما تكون موجودة على شكل محلول في مذيب مستقطب.
2) تكون محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليل الإلكتروليتات مساوية للصفر، اي ان محاليها تكون متعادلة كهربائياً.
3) عند ذوبان الإلكتروليتات في مذيب مستقطب كالماء، فإن محلولها سوف يتضمن أيونات موجبة وأيونات سالبة.
4) تعتمد قابلية المحلول الإلكتروليتي للتوصيل الكهربائي على طبيعة الأيونات المكونة له وعلى تركيز الأيونات فيه إضافة إلى درجة حرارة المحلول.

(2014 د1)

علل/ تكون المحاليل المائية لأملاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ذات صفات حامضية؟

الحل

بسبب قابلية الأيون الموجب للملح والعائد في الاصل للقاعدة الضعيفة على التفاعل مع أيونات OH^- للماء ونتيجة لذلك تستهلك أيونات OH^- في المحلول ما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعويض النقص مما يؤدي إلى تكوّن زيادة في كمية H^+ ويصبح المحلول حامضياً. مثال على ذلك: ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl المشتق من حامض قوي HCl وقاعدة ضعيفة NH_3.



$$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH_4{}^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$
$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^-{}_{(aq)} + H^+{}_{(aq)}$$
$$\rightleftharpoons$$
$$NH_3 + H_2O$$

(خاص 2014 د2)

عرّف تأثير الأيون المشترك

الحل

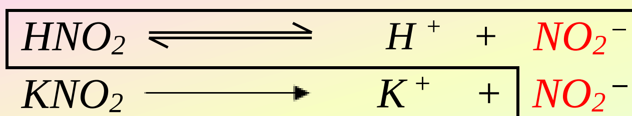
هي ظاهرة تقليل تفكك الإلكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي أحد أيونات الإلكتروليت الضعيف في نفس المحلول.

(تمهيدي 2015)

علل/ تزداد درجة تفكك HNO_2 بإضافة الماء إليه وتقل بإضافة KNO_2 إليه؟

الحل

وذلك لأن إضافة الماء إلى محلول HNO_2 (الكتروليت ضعيف) تؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان من موقعه الأصلي إلى موقع جديد لإزالة التأثير الخارجي (عملية تخفيف) حسب قاعدة لوشاتليه وذلك من خلال الزيادة في تفكك الحامض، بينما عند إضافة KNO_2 (الكتروليت قوي) فأنه سوف يؤدي إلى ترجيح التفاعل الخلفي بسبب تأثير الأيون المشترك (NO_2^-) مما يقلل من تفكك الحامض الضعيف HNO_2:



$$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$$
$$KNO_2 \longrightarrow K^+ + NO_2^-$$

(2015 د2) / (خارج احيائي 2018 د1)

وضّح تأثير الأيون المشترك على الذوبانية

الحــل

ان وجود زيادة من الأيون المشترك في محلول الإلكتروليت الضعيف مثل محاليل الاملاح شحيحة الذوبان يؤدي إلى ترجيح التفاعل العكسي أي يقلل من الذوبانية ويزيد من الترسيب ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم بعملية ذوبان الرواسب (المواد شحيحة الذوبان).

(2015 د3، خارج 2015 د2، احيائي 2017 د2، خارج ح 2017 د2)

عرّف حامض متعدد البروتون

الحــل

هو الحامض الذي يمكن لكل جزيء منه ان ينتج بروتون أو أكثر وعلى مراحل متعددة وغالباً ما يكون البروتون الذي ينتج في الخطوة الاخيرة ضعيف.

(2016 د1)

يكون المحلول المائي لملح $NaCl$ **متعادلاً** وذلك لأنه ملح مشتق من.............

الحــل

ملح مشتق من حامض **قوي** HCl وقاعدة **قوية** $NaOH$.

(2016 د3) / (تطبيقي 2018 د2) / (تمهيدي احيائي 2017)

علل/ ينتج عن ذوبان الإلكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية؟

الحــل

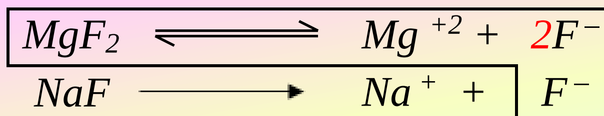
وذلك بسبب تفككها التام في محاليها المائية إلى أيونات.

(خارج 2016 د2)

علل / تقل ذوبانية MgF_2 بوجود NaF؟

الحــل

بسبب تأثير الأيون المشترك (F^-) الذي يرجح التفاعل العكسي مما يؤدي إلى تقليل **الذوبانية**:



$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$$
$$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$$

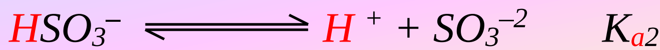
(خارج 2016 د3)

اكتب معادلات تأين حامض الكبريتوز H_2SO_3، أي خطوة لها ثابت تأين أكبر؟ ولماذا؟

الحل



$$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^- \qquad K_{a1}$$



$$HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{-2} \qquad K_{a2}$$

$$\therefore K_{a1} > K_{a2}$$

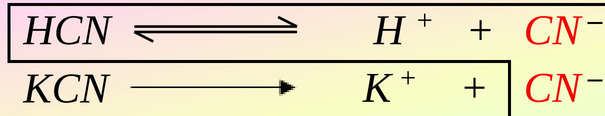
ويعود السبب في ذلك الى نقصان قابلية الأصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الإلكتروستاتيكي بين أيونات ذوات الشحنات المختلفة.

(تمهيدي 2015)

علل/ يزداد تفكك **HCN** عند إضافة الماء إليه ويقل بإضافة $NaCN$؟

الحل

وذلك لأنه عند إضافة الماء يصبح المحلول مخففاً وتقل تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة لذلك يزداد التفكك، بينما عند إضافة $NaCN$ (الكتروليت قوي) فأنه سوف يؤدي إلى ترجيح التفاعل الخلفي بسبب تأثير الأيون المشترك (CN^-) مما يقلل من تفكك الحامض الضعيف HCN:



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

$$KCN \longrightarrow K^+ + CN^-$$

(تمهيدي تطبيقي 2017) / (تطبيقي 2019 د3)

عرّف المواد غير الإلكتروليتية

الحل

هي المواد التي تكون محاليلها المائية **غير** موصلة للتيار الكهربائي مثل السكر

(خارج تطبيقي 2017 د1)

ما الفرق بين الإلكتروليتات القوية والإلكتروليتات الضعيفة

الإلكتروليتات القوية: ينتج عن ذوبان هذه الإلكتروليتات في الماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية، وذلك بسبب تفككها التام في محاليها المائية إلى أيونات. مثل الحوامض **القوية** HCl والقواعد **القوية** $NaOH$ ومعظم الاملاح الذائبة في الماء: $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$.

الإلكتروليتات الضعيفة: ينتج عن ذوبان هذه الإلكتروليتات في الماء محاليل ضعيفة التوصيل للكهربائية، لكونها تتأين بشكل جزئي في محاليها المائية مثل الحوامض والقواعد الضعيفة: $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$.

(تطبيقي 2018 د3)

ينتج عن ذوبان الإلكتروليتات الضعيفة في الماء محاليل ضعيفة التوصيل الكهربائي بسبب..........

الحل

تأينها الجزئي المحدود أو غير التام في محاليلها المائية

(خارج تطبيقي 2018 د1) / (نازحين احيائي 2017 د3)

عرّف الإلكتروليتات الضعيفة

الحل

هي المواد التي تكون قابلية محاليلها المائية على التوصيل الكهربائي ضعيفة

(خارج تطبيقي 2018 د2)

عرّف المواد الإلكتروليتية

الحل

هي المواد التي يكون لمحاليلها المائية أو منصهراتها القابلية على توصيل التيار الكهربائي وذلك لأحتوائها على أيونات موجبة وسالبة.

(تمهيدي تطبيقي 2019)

ما تأثير درجة الحرارة على الذوبانية؟

الحل

تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة إلى أخرى.

(تطبيقي 2019 د2)

هناك ثلاث فئات من المواد الإلكتروليتية القوية هي............و..............و...............

الحل

حوامض قوية وقواعد قوية واملاح ذائبة في الماء (تامة الذوبان)

(خارج تطبيقي 2019 د1)

عرّف الإلكتروليتات القوية

الحل

هي المواد التي يكون لمحاليلها المائية ومنصهراتها توصيل عالي للتيار للكهربائي، وذلك بسبب تفككها التام إلى أيونات.

(تمهيدي احيائي 2017) / (نازحين احيائي 2017 د2)

عرّف درجة التأين

الحـــل

هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان إلى كمية الصنف المذاب الكلية.

(خارج احيائي 2017 د1)

علل / المحلول المائي لنترات البوتاسيوم ذو صفات متعادلة؟

الحـــل

وذلك لأن ليس لأيوناتها الموجبة ولا لأيوناتها السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء وجعل الاتزان الموجود بين الأيونات H^+ و OH^- يضطرب، حيث ان ملح نترات البوتاسيوم (KNO_3) مشتق من حامض **قوي** HNO_3 وقاعدة **قوية** KOH.

(احيائي 2018 د1)

لتر من محلول نترات الأمونيوم $[NH_4NO_3]$، pH له يساوي (4) فإن $[H^+]$ له يساوي........

الحـــل

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}\ M$$

(احيائي 2018 د2)

تعتمد قابلية المحلول الإلكتروليتي للتوصيل الكهربائي على.........و.............. و.............

الحـــل

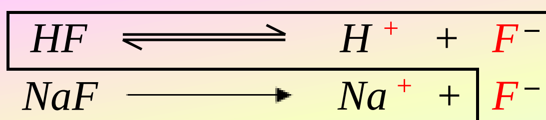
طبيعة الأيونات المكونة له وتركيز الأيونات ودرجة حرارة المحلول.

(احيائي 2018 د3)

يقل تفكك HF عند إضافة كمية من محلول NaF إليه.

الحـــل

بسبب تأثير الأيون المشترك (F^-) الذي يؤدي إلى ترجيح التفاعل الخلفي وبالتالي التقليل من تفكك الحامض الضعيف HF حسب قاعدة لوشاتليه:



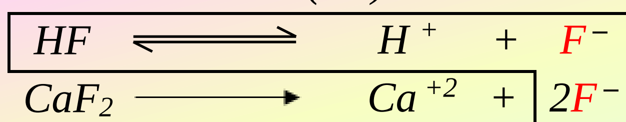
$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$
$$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$$

(خارج احيائي 2018 د2)

علل/ يزداد تفكك HF عند إضافة الماء إليه وقل عند إضافة CaF_2 إليه؟

الحــل

وذلك لأن إضافة الماء إلى محلول HF (الكتروليت ضعيف) تؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان من موقعه الأصلي إلى موقع جديد لإزالة التأثير الخارجي (عملية تخفيف) حسب قاعدة لوشاتليه وذلك من خلال الزيادة في تفكك الحامض، بينما عند إضافة CaF_2 (الكتروليت قوي) فأنه سوف يؤدي إلى ترجيح التفاعل الخلفي بسبب تأثير الأيون المشترك (F^-) مما يقلل من تفكك الحامض الضعيف HF:

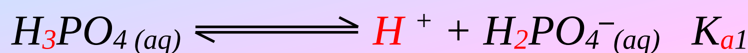


$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$
$$CaF_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2F^-$$

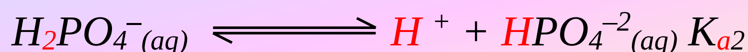
(خارج احيائي 2018 د2)

اكتب معادلات تأين حامض **الفسفوريك** H_3PO_4، أي خطوة لها ثابت تأين أكبر؟ ولماذا؟

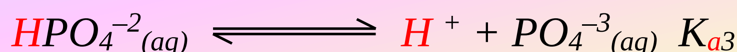
الحــل



$$H_3PO_{4\,(aq)} \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-{}_{(aq)} \quad K_{a1}$$



$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{-2}{}_{(aq)} \quad K_{a2}$$



$$HPO_4^{-2}{}_{(aq)} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{-3}{}_{(aq)} \quad K_{a3}$$

$$\therefore K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$$

ويعود السبب في ذلك الى نقصان قابلية الأصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الإلكتروستاتيكي بين أيونات ذوات الشحنات المختلفة.

(تمهيدي احيائي 2019)

عرّف التأين الذاتي للماء

الحــل

هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء إلى جزيء آخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكوّن اعداد متساوية من أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^-



الكيمياء الكهربائية

الأسئلة والأجوبة النموذجية الوزارية

للأعوام 2013 - 2019

لكافة الأدوار

(تمهيدي - اول - ثاني - ثالث - خارج القطر)

إعداد

الأستاذ: عمر قصي النويجري

ماجستير علوم كيمياء


07804277116

1 المسائل

(تمهيدي/احيائي2019، 2017) / (خارج 2015 د2) / (2014 د3)

احسب عدد الإلكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في (STP).

الحــل

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{0.5 \times 22.4}{22.4} = 0.5\ \text{mol}$$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ or $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$



1	4	22.4L	4
0.5	Q	0.5 × 22.4L	Q

$Q = \frac{0.5 \times 4}{1} = 2\ mol.e^-$ or $Q = \frac{0.5 \times 22.4 \times 4}{22.4} = 2\ mol.e^-$

$Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{n_{\text{متحررة}} \times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = \frac{0.5 \times 4}{1} = 2\ mol.e^-$ (او)

عدد الإلكترونات $= Q \times N_A = 2 \times 6.023 \times 10^{23} = 12.046 \times 10^{23}\ e^-$

(2014 د1)

احسب عدد الإلكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في (STP).

الحــل

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{2 \times 22.4}{22.4} = 2\ \text{mol}$$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ or $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$



1	4	22.4	4
2	Q	2 × 22.4	Q

$Q = \frac{2 \times 4}{1} = 8\ mol.e^-$ or $Q = \frac{2 \times 22.4 \times 4}{22.4} = 8\ mol.e^-$

$Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{n_{\text{متحررة}} \times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = \frac{2 \times 4}{1} = 8\ mol.e^-$ (او)

عدد الإلكترونات $= Q \times N_A = 8 \times 6.023 \times 10^{23} = 48.184 \times 10^{23}\ e^-$

(تمهيدي 2019)

خلية كلفانية في درجة $25\ ^\circ C$ أحد قطبيها هو الهيدروجين بضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين والأخر قطب النيكل، تركيز ايوناته فيه $(0.01M)$ و pH لمحلول قطب الهيدروجين يساوي (1)، احسب مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية إذا علمت ان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $(-0.25V)$ وان: $lnx=2.303logx$.

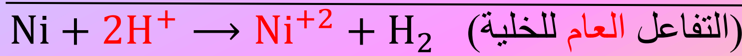
الحل



$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E^\circ_{anode} = +0.25V$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$



$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.25) + (0.00) = 0.25\ V$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} M$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2} = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[10^{-2}]}{[10^{-1}]^2}$$

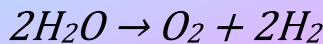
$$E_{cell} = 0.25 - 0.013 \times 2.303 \log 1 = 0.25\ V \quad (\because \log 1 = 0)$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.25 = -48250\ J/mol$$

(احيائي 2019 د1) / (تمهيدي تطبيقي 2017)

احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $(2\ hr)$ و $(520s)$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يتحرر (18.06×10^{21}) جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية.

الحل



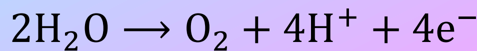
$2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$

❖ نلاحظ ان عدد جزيئات H_2 المتحررة ضعف عدد جزيئات O_2، لذلك نفرض ان:

$$O_2 = X, \qquad H_2 = 2X$$

$$X + 2X = 18.06 \times 10^{21} \Rightarrow 3X = 18.06 \times 10^{21} \Rightarrow X = \frac{18.06\times10^{21}}{3} = 6.02 \times 10^{21}$$ جزيئة

$$n_{O_2} = \frac{\text{عدد جزيئات الاوكسجين}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{6.02\times10^{21}}{6.023\times10^{23}} = 10^{-2} = 0.01\ mol$$



$$n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1\ mol}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}} \Rightarrow Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{n_{\text{متحرر}} \times Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}{1\ mol}$$

$$Q_{\text{بطارية}} = \frac{0.01 \times 4}{1} = 0.04\ mol.e^-$$

$$t(s) = 2\ hr \times \frac{3600\ s}{1\ hr} = 7200\ s$$

$$\therefore t(s) = 7200\ s + 520\ s = 7720\ s$$

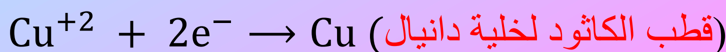
$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Longrightarrow 0.04 = \frac{I(A) \times 7720}{96500}$$

$$\therefore I(A) = \frac{0.04 \times 96500}{7720} = 0.5\ A$$

(احيائي 2019 د1)

خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فانخفض جهد القطب بمقدار $0.0598V$ عند جهده القياسي، احسب تركيز ايونات القطب حينئذ علماً $lnx=2.303logx$، $ln100=4.6$.

الحـــل



❖ نفرض ان جهد القطب القياسي $= E°$ ∴ جهد القطب غير القياسي $= E°-0.0598$

$$E_{Cu^{+2}/Cu} = E°_{Cu^{+2}/Cu} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Cu]}{[Cu^{+2}]}$$

$$E° - 0.0598 = E° - \frac{0.026}{2} \ln\frac{1}{[Cu^{+2}]} \Longrightarrow -0.0598 = -0.013 \ln\frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$\ln\frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0598}{-0.013} = 4.6 \Longrightarrow \ln\frac{1}{[Cu^{+2}]} = \ln 100 \Longrightarrow [Cu^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01M$$

او يمكن استخدام العلاقة: $lnx=2.303logx$

$$-0.0598 = -0.013 \times 2.3 \log\frac{1}{[Cu^{+2}]} \Rightarrow \log\frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0598}{-0.0299} = 2 \quad \because log100=2$$

$$\therefore \log\frac{1}{[Cu^{+2}]} = \log 100 \Longrightarrow [Cu^{+2}] = 0.01\ M$$

(احيائي 2019 د2) / (خارج 2016 د2) / (خارج تطبيقي 2018 د1)

إذا علمت ان جهد الخلية الاتية: $Sn/Sn^{+2}(?M)$ // $Ag^{+}(1M)$ /Ag عند درجة حرارة $25\,℃$ يساوي $0.9992V$ جد تركيز ايونات القصدير $[Sn^{+2}]$ في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية لـ $E^{\circ}_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\ V$ ، $E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +0.8\ V$ ، $lnx=2.303logx$.

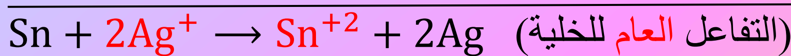
الحل



$$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}\ (\text{انود}) \qquad E^{\circ}_{anode} = +0.14\ V$$



$$2Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag\ (\text{كاثود}) \qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.8\ V$$



$$Sn + 2Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag \quad (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = 0.14 + 0.80 = 0.94\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n}\ln\frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2} \Longrightarrow 0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2}\ln\frac{[Sn^{+2}]}{[1]^2}$$

$$0.9992 - 0.94 = -0.013\ln[Sn^{+2}]$$

$$\therefore \ln[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013} = -4.55 \simeq -4.6 \qquad \because ln0.01 = -4.6$$

$$\ln[Sn^{+2}] = \ln 0.01 \Longrightarrow [Sn^{+2}] = 0.01M$$

او يمكن استخدام العلاقة: $lnx=2.303logx$

$$0.0592 = -0.013 \times 2.303\log\frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+1}]}$$

$$0.0592 = -0.029\log[Sn^{+2}] \Longrightarrow \log[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.029} = -2.04 \simeq -2$$

$$\log[Sn^{+2}] = -2 \qquad \because \log 10^{-2} = -2$$

$$\therefore \log[Sn^{+2}] = \log 0.01 \qquad \therefore [Sn^{+2}] = 0.01\ M$$

(احيائي 2019 د3)

التفاعل العام لخلية كلفانية هو كالآتي: $Cl_{2(g)} + 2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Ag^{+}_{(aq)}$ ، عبّر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية.

الحل



$$Ag_{(s)}/Ag^{+}{}_{(1M)}\ //\ Cl^{-}{}_{(1M)}/\ Cl_{2\,(1atm)}/Pt$$

(احيائي 2019 د2) / (تطبيقي 2018 د3) / (تمهيدي 2014) / (خارج احيائي 2017 د2) / (2015 د2)

س/ هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في إناء من النحاس علماً ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Na^+/Na} = -2.70V$ ، $E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34V$ ؟

الحل

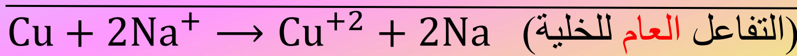
❖ نجعل إناء النحاس انوداً ومحلول ملح الطعام كاثوداً:



$$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^- \ (\text{انود}) \qquad E^\circ_{anode} = -0.34V$$



$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na \ (\text{كاثود}) \qquad E^\circ_{cathod} = -2.70\ V$$



$$Cu + 2Na^+ \longrightarrow Cu^{+2} + 2Na \quad (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = -0.34 + (-2.70) = -3.04\ V$$

∴ جهد الخلية بالسالب ∴ التفاعل غير تلقائي لذلك يمكن حفظ محلول ملح الطعام في إناء النحاس.

(احيائي 2019 د3) / (2014 د2) / (2013 د1)

محلول من كبريتات النحاس ($CuSO_4$) تركيزه ($0.2\ M$) وحجمه ($600\ ml$)، امرر تيار كهربائي شدته ($96.5A$)، احسب الزمن اللازم لكي يتبقى ($0.03\ mol$) من أيون النحاس.

الحل

$$V(L) = \frac{600}{1000} = 0.6\ L$$

$$M = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L) \quad \therefore n(mol) = 0.2 \times 0.6 = 0.12\ mol$$



(x) المستهلك = الكلي – المتبقي

$$x = 0.12 - 0.03 = 0.09\ mol\ (\text{المستهلك})$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$\begin{matrix} 2 & 1 \\ Q & 0.09 \end{matrix} \Rightarrow Q = \frac{0.09 \times 2}{1} = 0.18\ mol.e^-$$

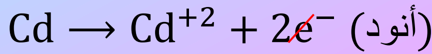
$$Q_{\text{بطارية}} = \frac{n_{\text{عدد المولات المترسبة او المتحررة}} \times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = 0.09 \times 2 = 0.18\ mol.e^- \ (\text{او})$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.18 = \frac{96.5 \times t(s)}{96500} \quad \therefore t\ (s) = 0.18 \times 1000 = 180\ s$$

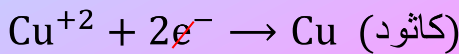
(احيائي 2019 د3) / (2013 د3) / (موصل احيائي 2017 د1)

خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25\,^\circ C$: $Cd_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)(0.01M)} \rightarrow Cd^{+2}_{(aq)(0.1M)} + Cu_{(s)}$، جهدها القياسي يساوي $(+\,0.74\ V)$، احسب التغير في الطاقة الحرة، علماً ان: $lnx=2.303logx$.

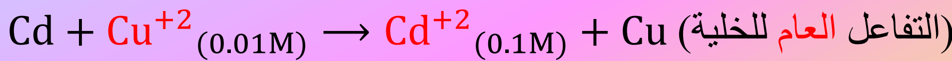
الحــل



$Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e^-$ (أنود)



$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ (كاثود)



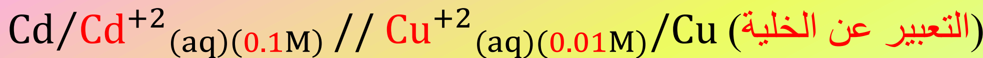
$Cd + Cu^{+2}_{(0.01M)} \longrightarrow Cd^{+2}_{(0.1M)} + Cu$ (التفاعل العام للخلية)

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

$$E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.1]}{[0.01]} = 0.74 - 0.013 \ln 10 \qquad \because ln10 = 2.303$$

$$\therefore E_{cell} = 0.74 - 0.013 \times 2.303 = 0.74 - 0.03 = 0.71\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.71 = -137030\ J/mol$$



$Cd/Cd^{+2}_{(aq)(0.1M)} // Cu^{+2}_{(aq)(0.01M)}/Cu$ (التعبير عن الخلية)

(تمهيدي احيائي 2018) / (احيائي 2018 د1)

خلية كلفانية في درجة $25\,^\circ C$ أحد قطبيها هو الهيدروجين بضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين والأخر قطب النيكل، تركيز ايوناته فيه $(0.01M)$، احسب الأس الهيدروجيني (pH) لمحلول قطب الهيدروجين إذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $(-48.25KJ/mol)$ وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $(-0.25\ V)$.

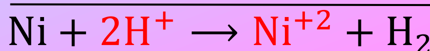
الحــل



$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E°_{anode} = +0.25V$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E°_{cathod} = 0.00\ V$



$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.25 + 0.00 = 0.25\ V$$

$$\Delta G(J/mol) = -48.25\ KJ/mol \times \frac{1000}{1\ KJ} = -48250\ J/mol$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} \implies -0.48250 = -2 \times 96500 \times E_{cell}$$

$$\therefore E_{cell} = \frac{-48250}{-193000} = 0.25\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2} \Rightarrow 0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.01]}{[H^+]^2}$$

$$0 = -0.013 \ln \frac{[0.01]}{[H^+]^2} \Rightarrow [\ln \frac{[0.01]}{[H^+]^2} = 0]$$

نأخذ الدالة الاسية (e^x) لكلا الطرفين للتخلص من ln:

$$e^{\ln \frac{[0.01]}{[H^+]^2}} = e^0 \Rightarrow \frac{[0.01]}{[H^+]^2} = 1 \qquad (\therefore e^0 = 1)$$

$$\frac{[0.01]}{[H^+]^2} = 1 \Rightarrow [H^+]^2 = [0.01] \Rightarrow [H^+] = \sqrt{0.01} = 0.1\ M$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 0.1 \Rightarrow \therefore pH = 1$$

(تمهيدي احيائي 2018) / (احيائي 2018 د2) / (خارج تطبيقي 2017
د2) / (2015 د1) / (تمهيدي 2014)

امرر تيار كهربائي شدته $(10A)$ خلال $(965s)$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس، ما هو وزن النحاس المترسب و عدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس تساوي (63)؟

الحــل

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow Q\ (mol.e^-) = \frac{10 \times 965}{96500} = 0.1\ mol.e^-$$



$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

2	1
0.1	n

Or $\quad n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1\ mol}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}$

$$n_{Cu} = \frac{0.1 \times 1}{2} = 0.05\ mol$$

$$n_{Cu} = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n_{Cu} \times M = 0.05 \times 63 = 3.15\ g$$

عدد الذرات $= n_{Cu} \times$ عدد افوكادرو $= 0.05 \times 6.023 \times 10^{23} = 0.3 \times 10^{23}$ ذرة

(احيائي 2018 د1)

هل يتحرر غاز الهيدروجين عند تفاعل الألمنيوم مع الحوامض المخففة، إذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للألمنيوم $E°_{Al^{+3}/Al} = -1.66\ V$؟

الحــل

❖ ان الهيدروجين جهد اختزاله القياسي يساوي *(0.00 V)* لذلك يسلك كاثود مع قطب الألمنيوم الذي جهد اختزاله اقل منه (بالسالب) وبذلك يسلك الألمنيوم آنود (تأكسد) كما يأتي:



$$2 \times [Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-](\text{انود}) \qquad E^\circ_{anode} = +1.66\ V$$



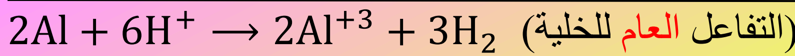
$$3 \times [2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2]\ (\text{كاثود}) \qquad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$$



$$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-(\text{انود}) \qquad E^\circ_{anode} = +1.66\ V$$



$$6H^+ + 6e^- \longrightarrow 3H_2\ (\text{كاثود}) \qquad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$$



$$2Al + 6H^+ \longrightarrow 2Al^{+3} + 3H_2 \quad (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (+1.66) + (0.00) = +1.66\ V$$

∴ الإشارة موجبة وهذا يعني ان التفاعل تلقائي ∴ يتحرر غاز الهيدروجين.

(احيائي 2018 د2) / (خارج تمهيدي 2015)

خلية فولتائية في درجة *25 ℃* تفاعلها العام: $Ni_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)}$، إذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي *0.14V*، احسب تركيز أيونات النيكل علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وان جهود الاختزال القياسية: $E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\ V$، $E^\circ_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25\ V$ وان $lnx = 2.303logx$.

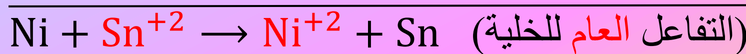
الحــل



$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-(\text{انود}) \qquad E^\circ_{anode} = +0.25V$$



$$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn\ (\text{كاثود}) \qquad E^\circ_{cathod} = -0.14\ V$$



$$Ni + Sn^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Sn \quad (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.25) + (-0.14) = 0.11\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]} \Rightarrow 0.14 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[1]}$$

$$0.14 - 0.11 = -0.013 \ln[Ni^{+2}] \Rightarrow 0.03 = -0.013 \times 2.303 \log[Ni^{+2}]$$

$$0.03 = -0.03 \log[Ni^{+2}] \Rightarrow \log[Ni^{+2}] = \frac{0.03}{-0.03} \Rightarrow \log[Ni^{+2}] = -1$$

نأخذ مضاد اللوغاريتم (10^x) *لكلا الطرفين للتخلص من* ***log***

$$10^{\log[Ni^{+2}]} = 10^{-1} \Rightarrow [Ni^{+2}] = 10^{-1} = 0.1\ M$$

(احيائي 2018 د3) / (خارج 2015 د2)

احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية: $Mg/Mg^{+2}{}_{(1M)} // Br^{-}{}_{(0.1M)} /Br_{2(1atm)} /Pt$ عند $25\ ℃$ إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^{\circ}_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\ V$ ، $E^{\circ}_{Br_2/Br^-} = +1.07\ V$.

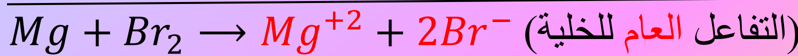
الحـــل



$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$ (انود) $\qquad E^{\circ}_{anode} = +2.37\ V$



$Br_2 + 2e^{-} \longrightarrow 2Br^{-}$ (كاثود) $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +1.07\ V$



$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^{-}$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = (2.37) + (1.07) = 3.44\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Mg^{+2}][Br^{-}]^2}{1} \qquad \therefore lnx = 2.303\ logx$$

$$\Rightarrow E_{cell} = 3.44 - \frac{0.0592}{n} log \frac{[Mg^{+2}][Br^{-}]^2}{1} = 3.44 - \frac{0.0592}{2} log \frac{[1][0.1]^2}{1} \qquad (\therefore 0.0592 \simeq 0.06)$$

$$E_{cell} = 3.44 - \frac{0.06}{2} log[10^{-2}] = 3.44 + \frac{2 \times 0.06}{2} log10 = 3.44 + 0.06 = 3.5\ V$$

او يمكن الحل بطريقة أخرى:

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{2} ln \frac{[Mg^{+2}][Br^{-}]^2}{1} = 3.44 - 0.013\ ln(1)(0.1)^2$$

$$E_{cell} = 3.44 - 0.013\ ln10^{-2} \qquad \therefore ln10^{-2} = -4.6$$

$$E_{cell} = 3.44 - 0.013 \times -4.6 = 3.44 + 0.06 = 3.5\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 3.5 = -675500\ J/mol$$

(احيائي 2018 د3)

عدد الإلكترونات المنتقلة من الأنود إلى الكاثود في الخلية: $3Fe_{(s)} + 2Au^{+3}{}_{(aq)} \longrightarrow 3Fe^{+2}{}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$ يساوي.........

الحـــل

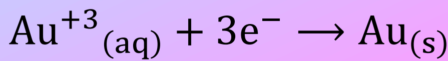
عدد الإلكترونات المنتقلة من الأنود إلى الكاثود في الخلية يساوي $6e^{-}$.

(خارج احيائي 2018 د1)

ما التيار بالأمبير اللازم لترسيب $(8\ g)$ من الذهب خلال نصف ساعة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح الذهب؟ $M_{Au} = 197\ g/mol$.

الحــل

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{197} = 0.04\ mol$$



$$\begin{matrix} 3 & 1 \\ Q & 0.04 \end{matrix} \Rightarrow Q = \frac{0.04 \times 3}{1} = 0.12\ mol.e^-$$

$$Q_{Au} = \frac{n_{Au_{(\text{المترسب})}} \times Q_{\text{معادلة}}}{1\ mol} = \frac{0.025 \times 3}{1} = 0.075\ mol.e^-\ (\text{او})$$

$$t(s) = \frac{1}{2} hr \times 60 \times 60 = 1800\ s$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow I(A) = \frac{0.12 \times 96500}{1800} = 6.4\ A$$

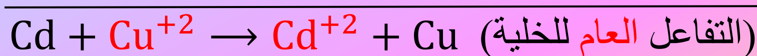
(تمهيدي احيائي 2017)

احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الآتية عند $25\ ℃$: $Cd/Cd^{+2}_{(0.2M)}\ //\ Cu^{+2}_{(0.1M)}\ /Cu$، إذا علمت ان الجهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Cd^{+2}/Cd} = -0.40\ V$، $E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$.

الحــل







$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.40) + (0.34) = 0.74\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]} \qquad \because \ln x = 2.303 \log x$$

$$E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026 \times 2.303}{n} \log \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = 0.74 - \frac{0.06}{2} \log \frac{[0.2]}{[0.1]}$$

$$E_{cell} = 0.74 - 0.03 \log 2 = 0.74 - 0.03 \times 0.3 = 0.740 - 0.009 = 0.731\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.731 = -141083\ J/mol$$

(احيائي 2017 د1)

خلية كلفانية في درجة $25\ ^\circ C$ أحد قطبيها هو الهيدروجين بضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين، pH له تساوي (2) والقطب الأخر هو النيكل الذي تركيزه $(0.001M)$، احسب مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية إذا علمت ان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $(E^\circ_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25\ V)$ وان: $lnx=2.303logx$.

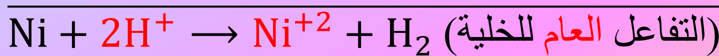
الحـــل



$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E^\circ_{anode} = +0.25V$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$



$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.25) + (0.00) = 0.25\ V$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}M$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2} = 0.25 - 0.013 \ln \frac{[10^{-3}]}{[10^{-2}]^2} = 0.25 - 0.013 \ln \frac{10^{-3}}{10^{-4}}$

$E_{cell} = 0.25 - 0.013 \times \ln 10 = 0.25 - 0.013 \times 2.303$

$E_{cell} = 0.25 - 0.0299 = 0.22\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.22 = -42460\ J/mol$

(احيائي 2017 د1) / (خارج احيائي 2017 د1) / (2016 د2)

في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP، تم إمرار تيار كهربائي فيها لمدة (3) دقائق و(13) ثانية فكان مجموع حجمي غازي الهيدروجين والاوكسجين المتحررين عند قطبي الخلية يساوي $0.0672L$، جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار في الخلية.

الحـــل

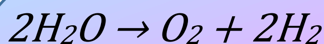
$2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$

❖ نلاحظ ان حجم جزيئات H_2 المتحررة ضعف حجم جزيئات O_2، لذلك نفرض ان:

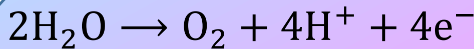
$V_{O_2} = X, \quad V_{H_2} = 2X$

$\therefore V_T = V_{H_2} + V_{O_2} \Rightarrow 2X + X = 0.0672\ L \Rightarrow 3X = 0.0672\ L$

$\therefore X = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$ (حجم غاز الأوكسجين)



$V_{H_2} = 2 \times 0.0224\ L = 0.0448\ L$ (حجم غاز الهيدروجين)



$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

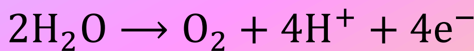
22.4   4

0.0224   Q

$$\Rightarrow Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{0.0224 \times 4}{22.4} = 0.004\ mol.e^-$$

او يمكن الحل بطريقة أخرى بدلالة عدد المولات:

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{0.0224}{22.4} = 0.001\ mol$$



$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

1   4

0.001   Q

$$\Rightarrow Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{0.001 \times 4}{1} = 0.004\ mol.e^-$$

$$t(s) = 3\ min \times \frac{60\ s}{1\ min} + 13\ s = 193\ s$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.004 = \frac{I(A) \times 193}{96500} \Rightarrow I(A) = \frac{0.004 \times 96500}{193} = 2\ A$$

(احيائي 2017 د2) / (2013 د3)

احسب شدة التيار الذي يجب إمراره في محلول كلوريد الذهب $AlCl_3$ لمدة $(200s)$ لترسيب $(3g)$ من الذهب عند الكاثود كتلته الذرية $197g/mol$.

الحــــل

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{197} = 0.015\ mol$$

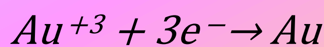


$$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$$

$$n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1\ mol}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}} \Rightarrow Q_{\text{بطارية}}\ (mol.e^-) = \frac{n_{\text{مترسب}} \times Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}{1\ mol}$$

$$Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{0.015 \times 3}{1} = 0.045\ mol.e^-$$

او الحل بطريقة أخرى:



$$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$$

3   1

Q   0.015

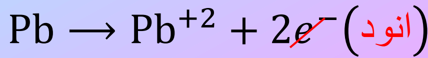
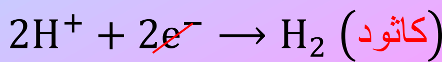
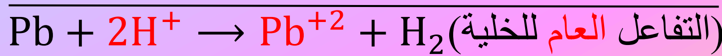
$$\Rightarrow Q\ (mol.e^-) = \frac{3 \times 0.015}{1} = 0.045\ mol.e^-$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.045 = \frac{I(A) \times 200}{96500} \Rightarrow I(A) = \frac{0.045 \times 96500}{200} = 21.71\ A$$

(احيائي 2017 د2)

ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية: $2H^{+}_{(aq)(1M)} + Pb_{(s)} \rightarrow H_{2\,(g)} + Pb^{+2}_{(aq)(0.01M)}$ عند درجة $25\,℃$، علماً ان: $K_{eq}=2.3\times10^{4}$ ، $log2.3=0.36$ ، $lnx=2.3logx$.

الحل


$$Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^{-}\ (\text{انود})$$

$$2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2\ (\text{كاثود})$$

$$Pb + 2H^{+} \longrightarrow Pb^{+2} + H_2\ (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E°_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq} = \frac{0.026}{2} \ln 2.3\times10^{4} = 0.013\times2.3 \log 2.3\times10^{4}$$

$$E°_{cell} = 0.013\times2.3\,(\log 2.3 + \log 10^{4})$$

$$E°_{cell} = 0.013\times2.3\,(0.36+4) = 0.013\times2.3\times4.36 \Longrightarrow E°_{cell} = 0.13\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n}\ln\frac{[Pb^{+2}]}{[H^{+}]^{2}} \Longrightarrow E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2}\ln\frac{[0.01]}{[1]}$$

$$E_{cell} = 0.13 - 0.013\times2.3\,log10^{-2}$$

$$E_{cell} = 0.13 + 0.013\times2.3\times2 = 0.13 + 0.0598 \Longrightarrow E_{cell} = 0.1898\ V \simeq 0.19\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2\times96500\times0.19 = -36670\ J/mol$$

(احيائي 2017 د3)

محلول من كبريتات النحاس $(CuSO_4)$ تركيزه $(0.3\ M)$ وحجمه $(0.5L)$، امرر تيار كهربائي شدته $(96.5A)$، احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $(0.06\ mol)$ من أيونات النحاس.

الحل

$$M = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} \Longrightarrow n(mol) = M\times V(L) \qquad \therefore n(mol) = 0.3\times0.5 = 0.15\ mol$$

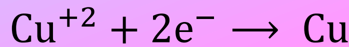
عدد المولات المتبقية = عدد المولات الكلية – عدد المولات المستهلكة (x)

$$x = 0.15 - 0.06 \Longrightarrow x = 0.09\ mol\ (\text{المستهلك})$$

$$Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$$

	2	1
	Q	0.09

$$\Longrightarrow Q = \frac{0.09\times2}{1} = 0.18\ mol.e^{-}$$


$$Q_{\text{بطاريه}} = \frac{n_{\text{عدد المولات المترسبة او المتحررة}}\times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = 0.09\times2 = 0.18\ mol.e^{-}\ (\text{او})$$

$$Q\,(mol.e^{-}) = \frac{I(A)\times t(s)}{96500} \Longrightarrow 0.18 = \frac{96.5\times t(s)}{96500} \quad \therefore t\,(s) = 0.18\times1000 = 180\ s$$

(احيائي 2017 د3) / (خارج احيائي 2019 د1)

هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في إناء من الألمنيوم علماً ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Al^{+3}/Al} = -1.66V$ ، $E^\circ_{Na^+/Na} = -2.71V$ ؟

الحـــل

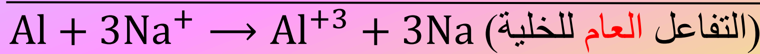
❖ نجعل إناء الألمنيوم انوداً ومحلول ملح الطعام كاثوداً:



$Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-$ (انود) $\qquad E^\circ_{anode} = 1.66\ V$



$3Na^+ + 3e^- \longrightarrow 3Na$ (كاثود) $\qquad E^\circ_{cathod} = -2.71\ V$



$Al + 3Na^+ \longrightarrow Al^{+3} + 3Na$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (1.66) + (-2.71) = -1.05\ V$$

∴ جهد الخلية بالسالب أي لا يحدث تفاعل بين الألمنيوم ومحلول ملح الطعام ∴ يمكن حفظ محلول ملح الطعام في إناء الألمنيوم.

(تمهيدي تطبيقي 2019)

خلية مكوّنة من Zn/Zn^{+2} و SHE، كم سيكون جهد الخلية E_{cell} إذا كان $[Zn^{+2}] = 0.4\ M$ و $[H^+] = 0.2\ M$ و $P_{H_2} = 1atm$ وجهد الاختزال القياسي لـ $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ ، $ln10 = 2.303$ ، $lnx = 2.303logx$.

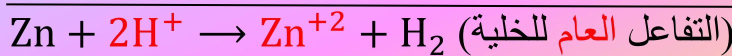
الحـــل



$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ (انود) $\qquad E^\circ_{anode} = +0.76\ V$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\qquad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$



$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.76) + (0.00) = +0.76\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2} \Rightarrow E_{cell} = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{[0.4]}{[0.2]^2} = 0.76 - 0.013 \ln\frac{0.4}{0.04}$$

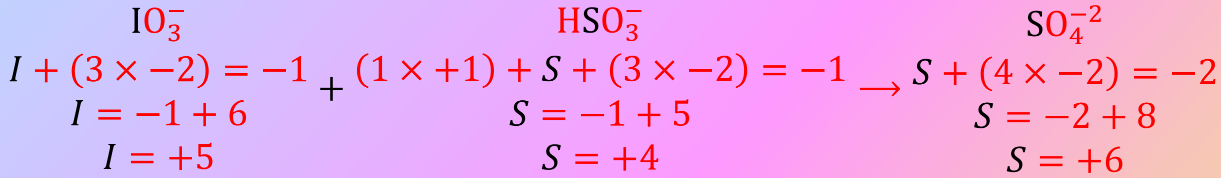
$$E_{cell} = 0.76 - 0.013\ ln10 = 0.76 - 0.013 \times 2.303 = 0.76 - 0.0299 \simeq 0.73\ V$$



(تمهيدي تطبيقي 2019)

زن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي: $IO_3^- + HSO_3^- \rightarrow SO_4^{-2} + I_2$

الحـــل

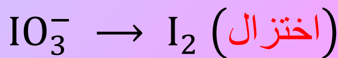


$$IO_3^-: \; I + (3\times -2) = -1, \; I = -1+6, \; I = +5$$
$$HSO_3^-: \; (1\times +1) + S + (3\times -2) = -1, \; S = -1+5, \; S = +4$$
$$SO_4^{-2}: \; S + (4\times -2) = -2, \; S = -2+8, \; S = +6$$

1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:



$HSO_3^- \longrightarrow SO_4^{-2}$ (تأكسد)

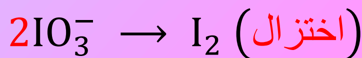


$IO_3^- \longrightarrow I_2$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H \text{، } O)$:

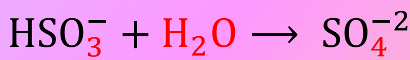


$HSO_3^- \longrightarrow SO_4^{-2}$ (تأكسد)

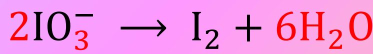


$2IO_3^- \longrightarrow I_2$ (اختزال)

3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:

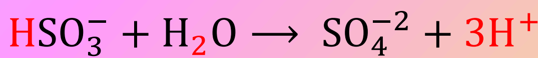


$HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2}$

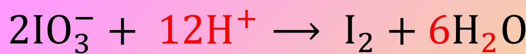


$2IO_3^- \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:

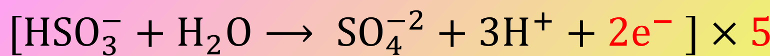


$HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^+$



$2IO_3^- + 12H^+ \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات



$[HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + 3H^+ + 2e^-] \times 5$

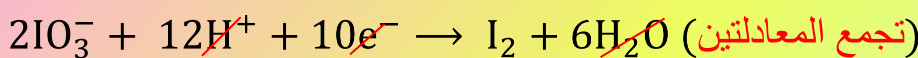


$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow I_2 + 6H_2O$

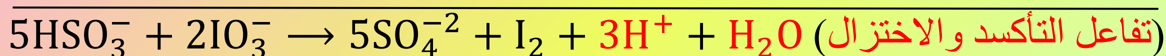
6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$5HSO_3^- + 5H_2O \longrightarrow 5SO_4^{-2} + 15H^+ + 10e^-$



$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow I_2 + 6H_2O$ (تجمع المعادلتين)



$5HSO_3^- + 2IO_3^- \longrightarrow 5SO_4^{-2} + I_2 + 3H^+ + H_2O$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(تطبيقي 2019 د1، د3) / (تطبيقي 2017 د1) / (2014 د3)

هل يمكن حفظ محلول $CuSO_4$ في قنينة مصنوعة من الألمنيوم ام لا؟ بيّن ذلك، علماً ان جهود الاختزال القياسية لـ $Al^{+3} = -1.66\ V$ ،$Cu^{+2} = +0.34\ V$.

الحـــل

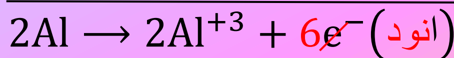
❖ نجعل قنينة الألمنيوم انوداً ومحلول كبريتات النحاس كاثوداً:



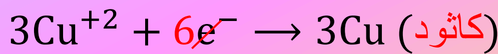
$$2 \times [Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-] (\text{انود}) \qquad E°_{anode} = 1.66\ V$$



$$3 \times [Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu] (\text{كاثود}) \qquad E°_{cathod} = +0.34\ V$$

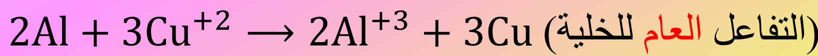


$$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^- (\text{انود})$$



$$3Cu^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cu\ (\text{كاثود})$$

$$2Al + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu\ (\text{التفاعل العام للخلية})$$



$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = (1.66) + (0.34) = +2\ V$$

∵ جهد الخلية القياسي موجب اي يحدث تفاعل بين إناء الألمنيوم ومحلول كبريتات النحاس لذا لا يجب حفظ المحلول فى قنينة الألمنيوم.

(تطبيقي 2019 د1) / (2016 د2)

ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه $0.1\ M$، إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E°_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ ،$E°_{Ag^+/Ag} = +0.8V$.

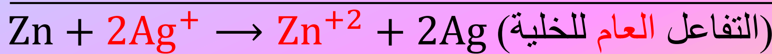
الحـــل



$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- (\text{انود}) \qquad E°_{anode} = +0.76V$$



$$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag\ (\text{كاثود}) \qquad E°_{cathod} = +0.80\ V$$



$$Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag\ (\text{التفاعل العام للخلية})$$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.76 + 0.80 = +1.56\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^+]^2} \Longrightarrow E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[1]}{[0.1]^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.013 \ln \frac{1}{10^{-2}} = 1.56 - 0.013 \ln 10^2$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.013 \times 2.303 \log 10^2 = 1.56 - 0.013 \times 2.303 \times 2$$

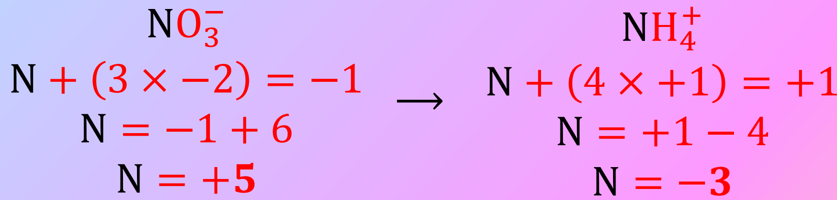
$$E_{cell} = 1.56 - 0.06 = 1.5\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 1.5 = -289500\ J/mol$$

(تطبيقي 2019 د1)

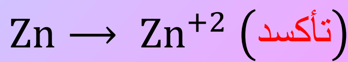
زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي: $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{+2} + NH_4^+$

الحـــل



NO_3^-: $N + (3 \times -2) = -1$ ، $N = -1 + 6$ ، $N = +5$ $\longrightarrow$ NH_4^+: $N + (4 \times +1) = +1$ ، $N = +1 - 4$ ، $N = -3$

1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:

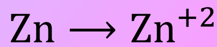


$Zn \longrightarrow Zn^{+2}$ (تأكسد)



$NO_3^- \longrightarrow NH_4^+$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H ، O)$، نجدها متوازنة
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:

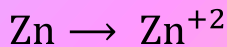


$Zn \longrightarrow Zn^{+2}$

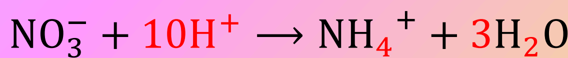


$NO_3^- \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:

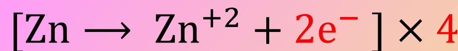


$Zn \longrightarrow Zn^{+2}$



$NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$[Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-] \times 4$



$NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$4Zn \longrightarrow 4Zn^{+2} + 8e^-$



$NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$ (تجمع المعادلتين)



$4Zn + NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow 4Zn^{+2} + NH_4^+ + 3H_2O$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(تطبيقي 2019 د2)

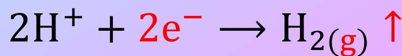
امرر تيار كهربائي شدته $9.65\ A$ لترسيب النيكل في محلول مائي يحتوي على ايونات النيكل لمدة $50\ min$،
فإذا علمت ان $1.12\ L$ من الهيدروجين تحرر ايضاً عند الكاثود، ما كتلة النيكل المترسبة؟ عند STP

الحل

$\therefore (M_{Ni} = 58.7\ g/mol)$



$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)} \downarrow$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \uparrow$

$$t(s) = 50\ min \times \frac{60\ s}{1\ min} = 3000\ s$$

$$Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} = \frac{9.65 \times 3000}{96500} = 0.3\ mol.e^-$$

$$n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_m} = \frac{1.12}{22.4} = 0.05\ mol$$

$$Q_{H_2} = \frac{n_{H_{2(\text{المتحررة})}} \times Q_{\text{معادلة}}}{1\ mol} = \frac{0.05 \times 2}{1} = 0.1\ mol.e^-$$

$$Q_{Ni} = Q_{\text{الكلية (بطارية)}} - Q_{H_2} = 0.3 - 0.1 = 0.2\ mol.e^-$$ (كمية الشحنة التي رسّبت النيكل)

$$n_{Ni\ \text{مترسب}} = Q_{Ni} \times \frac{1\ mol}{Q_{\text{معادلة}}} = \frac{0.2 \times 1}{2} = 0.1\ mol$$ (عدد مولات النيكل المترسبة)

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M = 0.1 \times 58.7 \Rightarrow m = 5.87\ g$$

(تطبيقي 2019 د2)

للخلية الاتية: $Al/Al^{+3}(1M)//Cd^{+2}(1M)/Cd$ إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Al^{+3}/Al} = -1.66V$،
$E^\circ_{Cd^{+2}/Cd} = -0.40V$، احسب مقدار التغير في الطاقة الحرة القياسية لتفاعل الخلية.

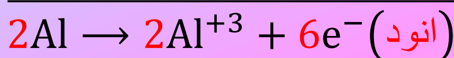
الحل



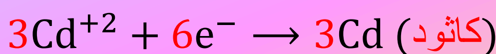
$2 \times [Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-]$ (انود) $\quad E^\circ_{anode} = +1.66\ V$



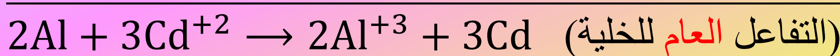
$3 \times [Cd^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cd]$ (كاثود) $\quad E^\circ_{cathod} = -0.40\ V$



$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ (انود)



$3Cd^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cd$ (كاثود)



$2Al + 3Cd^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cd$ (التفاعل العام للخلية)

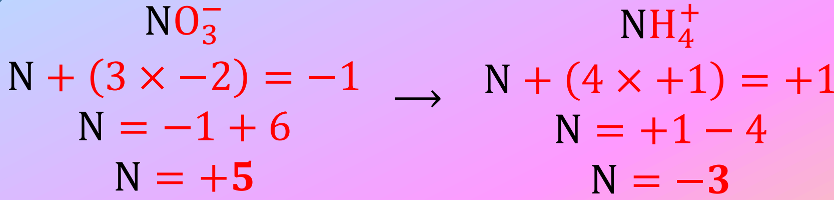
$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (1.66) + (-0.40) = +1.26\ V$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell} = -6 \times 96500 \times 1.26 = -729540\ J/mol$$

(تطبيقي 2019 د2) / (تطبيقي 2018 د2)

زن نصف التفاعل الاتي في وسط حامضي: $NO_3^- \rightarrow NH_4^+$

الحـــل



NO_3^-: $N + (3 \times -2) = -1$ ، $N = -1 + 6$ ، $N = +5$ $\rightarrow$ NH_4^+: $N + (4 \times +1) = +1$ ، $N = +1 - 4$ ، $N = -3$

1. نصف تفاعل/ اختزال



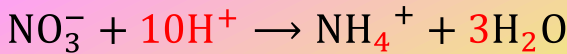
$NO_3^- \longrightarrow NH_4^+$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H ،O)$، نجدها متوازنة
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:



$NO_3^- \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \longrightarrow NH_4^+ + 3H_2O$

(تطبيقي 2019 د3) / (نازحين 2015 د1)

احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $(2\ hr)$ و$(520s)$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يتحرر (36.12×10^{21}) جزيئة من الهيدروجين والأوكسجين على قطبي الخلية.

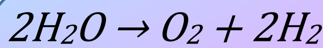
الحـــل

$2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$

❖ نلاحظ ان عدد جزيئات H_2 المتحررة ضعف عدد جزيئات O_2، لذلك نفرض ان: $O_2 = X, H_2 = 2X$

$X + 2X = 36.12\times10^{21} \Rightarrow 3X = 36.12\times10^{21} \Rightarrow X = \frac{36.12\times10^{21}}{3} = 12.04\times10^{21}$ جزيئة

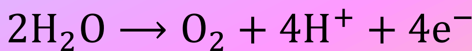
$n_{O_2} = \frac{\text{عدد جزيئات الاوكسجين}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{12.04\times10^{21}}{6.023\times10^{23}} = 2\times10^{-2} = 0.02\ mol$



$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

$n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1\ mol}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}} \Rightarrow Q_{\text{بطارية}}\ (mol.e^-) = \frac{n_{\text{متحرر}} \times Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}{1\ mol}$

$Q_{\text{بطارية}} = \frac{0.02\times4}{1} = 0.08\ mol.e^-$



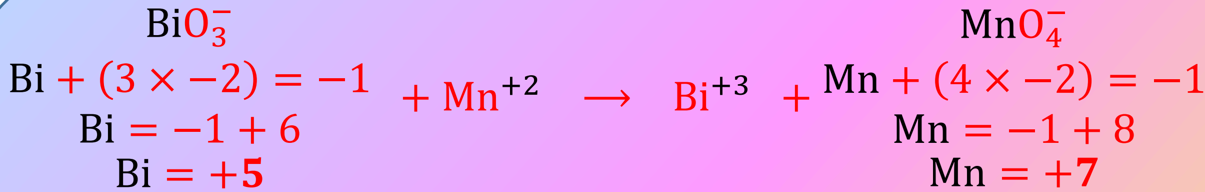
$t(s) = (2\ hr \times \frac{3600\ s}{1\ hr}) + 520\ s \Longrightarrow t(s) = 7200\ s + 520\ s = 7720\ s$

$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A)\times t(s)}{96500} \Longrightarrow 0.08 = \frac{I(A)\times7720}{96500} \Longrightarrow I(A) = \frac{0.04\times96500}{7720} = 1\ A$

(تطبيقي 2019 د3) / (خارج تطبيقي 2017 د2)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي: $BiO_3^- + Mn^{+2} \rightarrow Bi^{+3} + MnO_4^-$

الحـــل



$$BiO_3^-:\ Bi + (3\times -2) = -1,\quad Bi = -1+6,\quad Bi = +5$$
$$+ Mn^{+2} \longrightarrow Bi^{+3} +$$
$$MnO_4^-:\ Mn + (4\times -2) = -1,\quad Mn = -1+8,\quad Mn = +7$$

1) نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:



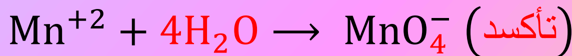
$Mn^{+2} \longrightarrow MnO_4^-$ (تأكسد)



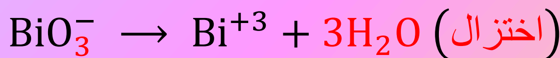
$BiO_3^- \longrightarrow Bi^{+3}$ (اختزال)

2) نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H$ ،$O)$، نجدها متوازنة

3) نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:

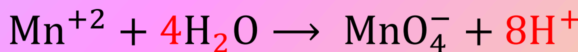


$Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^-$ (تأكسد)



$BiO_3^- \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$ (اختزال)

4) نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^- + 8H^+$

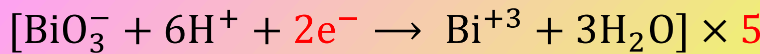


$BiO_3^- + 6H^+ \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

5) نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$[Mn^{+2} + 4H_2O \longrightarrow MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-] \times 2$



$[BiO_3^- + 6H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{+3} + 3H_2O] \times 5$

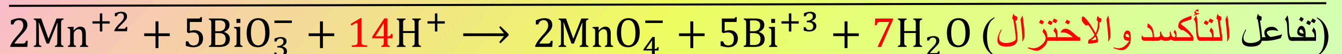
6) نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$2Mn^{+2} + 8H_2O \longrightarrow 2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^-$



$5BiO_3^- + 30H^+ + 10e^- \longrightarrow 5Bi^{+3} + 15H_2O$ (تجمع المعادلتين)

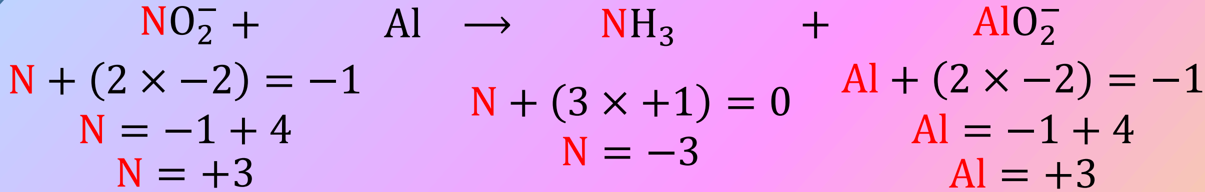


$2Mn^{+2} + 5BiO_3^- + 14H^+ \longrightarrow 2MnO_4^- + 5Bi^{+3} + 7H_2O$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(تمهيدي تطبيقي 2018) / (تطبيقي 2018 د1)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي: $NO_2^- + Al \rightarrow NH_3 + AlO_2^-$

الحــل



$NO_2^- + Al \longrightarrow NH_3 + AlO_2^-$

$N + (2\times -2) = -1$, $N = -1 + 4$, $N = +3$

$N + (3\times +1) = 0$, $N = -3$

$Al + (2\times -2) = -1$, $Al = -1 + 4$, $Al = +3$

1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:



$Al \longrightarrow AlO_2^-$ (تأكسد)



$NO_2^- \longrightarrow NH_3$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H \text{، } O)$: نلاحظ انها متوازنة
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:

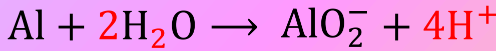


$Al + 2H_2O \longrightarrow AlO_2^-$

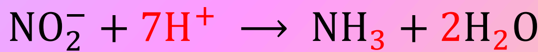


$NO_2^- \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$Al + 2H_2O \longrightarrow AlO_2^- + 4H^+$



$NO_2^- + 7H^+ \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$[Al + 2H_2O \longrightarrow AlO_2^- + 4H^+ + 3e^-] \times 2$



$NO_2^- + 7H^+ + 6e^- \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$

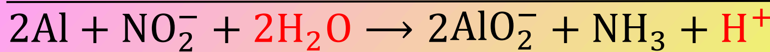
6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$2Al + 4H_2O \longrightarrow 2AlO_2^- + 8H^+ + 6e^-$

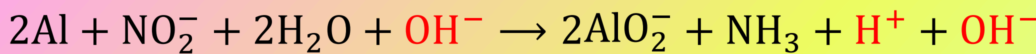


$NO_2^- + 7H^+ + 6e^- \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$ (تجمع المعادلتين)



$2Al + NO_2^- + 2H_2O \longrightarrow 2AlO_2^- + NH_3 + H^+$

7. نضيف (OH^-) بقدر عدد أيونات (H^+) لطرفي المعادلة:



$2Al + NO_2^- + 2H_2O + OH^- \longrightarrow 2AlO_2^- + NH_3 + H^+ + OH^-$

8. ندمج (H^+) و (OH^-) على شكل جزيئات ماء:



$2Al + NO_2^- + 2H_2O + OH^- \longrightarrow 2AlO_2^- + NH_3 + H_2O$

9. نحذف جزيئات الماء المتشابهة من طرفي المعادلة:

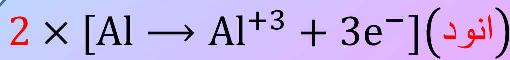


$2Al + NO_2^- + H_2O + OH^- \longrightarrow 2AlO_2^- + NH_3$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

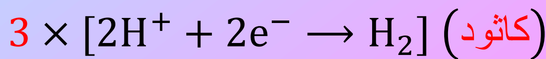
(تمهيدي تطبيقي 2018)

خلية كلفانية في درجة $(25\,℃)$ كاثودها قطب الهيدروجين وبضغط $(1\ atm)$ وانودها قطب الألمنيوم تركيز محلول ايوناته $(0.008\ M)$، احسب (pH) لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي وجهدها غير القياسي، ثمّ عبر عنها كتابةً علماً ان: $log2=0.3$، $\sqrt[6]{64}=2$، $lnx=2.303logx$.

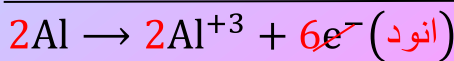
الحـــل



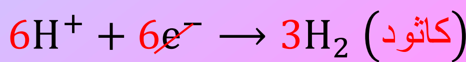
$2 \times [Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-]$ (انود)



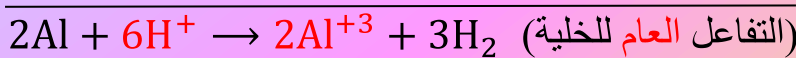
$3 \times [2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2]$ (كاثود)



$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ (انود)



$6H^+ + 6e^- \longrightarrow 3H_2$ (كاثود)



$2Al + 6H^+ \longrightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6}$$

❖ وعند تساوي $E_{cell}=E^\circ_{cell}$ يكون حاصل التفاعل $Q = 1$

$$Q = \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6} \qquad \therefore \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6} = 1$$

$$\frac{[0.008]^2}{[H^+]^6} = 1 \Rightarrow [H^+]^6 = 0.000064 \Rightarrow [H^+] = \sqrt[6]{64 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{-1} M$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 2 \times 10^{-1} \Rightarrow pH = -(\log 2 + \log 10^{-1})$$

$$pH = -(\log 2 - \log 10) = -\log 2 + \log 10 = -0.3 + 1 \Rightarrow pH = 0.7$$

$Al/Al^{+3}{}_{(0.008\ M)}//\ H^+{}_{(0.2\ M)}/H_{2(1atm)}/pt$ (التعبير عن الخلية)

(تطبيقي 2018 د1)

محلول من $(CuSO_4)$ تركيزه $(0.18\ M)$ وحجمه $(400\ ml)$، امرر تيار كهربائي شدته $(96.5A)$، احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $(0.04\ mol)$ من أيون النحاس.

الحـــل

$$V(L) = \frac{400}{1000} = 0.4\ L$$

$$M = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L) \quad \therefore n(mol) = 0.18 \times 0.4 = 0.072\ mol$$

المتبقي – الكلي = المستهلك (x)

$0.04 = 0.072 - x \Rightarrow x = 0.072 - 0.04 = 0.032$ mol (المستهلك او المترسب)



$$Q_{بطارية} = \frac{n_{Cu_{مترسب}} \times Q_{تفاعل\ نصف\ الخلية}}{1\ mol} = 0.032 \times 2 = 0.064\ mol.e^-$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.064 = \frac{96.5 \times t(s)}{96500}$$

$$\therefore\ t\ (s) = 0.064 \times 1000 = 64\ s$$

(تطبيق 2018 د2)

احسب حجم غاز الكلور المتحرر عند STP بعد مرور $(0.02\ mol.e^-)$ في محلول خلية يحتوي على أيونات (Cl^-).

الحــل



$$n_{مترسب\ او\ متحرر} = Q_{بطارية} \times \frac{1\ mol}{Q_{تفاعل\ نصف\ خلية}} = 0.02 \times \frac{1}{2} \Rightarrow n_{{Cl_2}_{متحرر}} = 0.01\ mol.e^-$$

$$n_{Cl_2} = \frac{V_{H_2}}{V_m} \Rightarrow V_{Cl_2} = 0.01 \times 22.4 = 0.224\ L$$

او الحل بطريقة أخرى:



22.4	2
V_{Cl_2}	0.02

$$V_{Cl_2} = \frac{0.02 \times 22.4}{2} = 0.224\ L$$

(تطبيق 2018 د2)

إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ ، $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0.8V$ ، اجب عن:

1) ماذا تتوقع إذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحين من الفضة والخارصين في محاليل من إلكتروليتاتهم تركيز كل منهما $(1\ M)$؟ أي من اللوحين تقل كتلته؟ واي من هما سوف تزداد كتلته ولماذا؟

2) ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من أيونات الفضة، تركيزه $0.1\ M$؟ علماً ان: $lnx = 2.303logx$.

الحــل

1) الخارصين سوف يعاني تأكسداً لذلك يبدأ لوح الخارصين بالتآكل أي يذوب لذلك تقل كتلته اما أيونات الفضة الموجودة في المحلول الإلكتروليتي لها سوف تعاني اختزالاً، أي تكتسب الإلكترونات مما يجعلها تتحول إلى ذرات الفضة التي سوف تترسب على لوح الفضة مما يجعل لوح الفضة تزداد كتلتهُ.

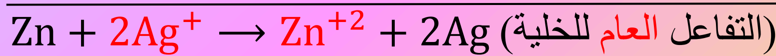
"لوح الخارصين سوف تقل كتلته لأنه يسلك أنود، اما لوح الفضة فسوف تزداد كتلته لأنه يسلك كاثود".



$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E°_{anode} = +0.76V$



$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag$ (كاثود) $\quad E°_{cathod} = +0.80\ V$



$Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$ (التفاعل العام للخلية)

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.76 + 0.80 = 1.56\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^+]^2} \Longrightarrow E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[1]}{[0.1]^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.013 \ln \frac{1}{10^{-2}} = 1.56 - 0.013 \ln 10^2$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.013 \times 2.303 \log 10^2 = 1.56 - 0.013 \times 2.303 \times 2$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.06 = 1.5\ V$$

او الحل بطريقة أخرى: $ln100=4.6$ ∴

$$E_{cell} = 1.56 - 0.013\ ln10^2 = 1.56 - 0.013 \times 4.6 = 1.5\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 1.5 = -289500\ J/mol$$

(تطبيقي 2018 د3) / (تطبيقي 2017 د2)

التفاعل: $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e^-$، جهد اختزال الكادميوم $-0.4\ V$، فإن الطاقة الحرة القياسية للتفاعل تساوي............

الحــل

∵ التفاعل تأكسد ∴ يجب قلب إشارة جهد الاختزال إلى جهد تأكسد.

$$\Delta G° = -nFE°_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.4 = -77200\ J/mol$$

(تطبيقي 2018 د3)

محلول من ($CuSO_4$) تركيزه ($0.3\ M$) وحجمه ($400\ ml$)، امرر تيار كهربائي شدته ($96.5A$)، احسب الزمن اللازم لكي يتبقى ($0.02\ mol$) من أيونات النحاس.

الحـــل

$$V(L) = \frac{400}{1000} = 0.4\ L$$

$$M = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L) \quad \therefore n(mol) = 0.3 \times 0.4 = 0.12\ mol$$

المتبقي = الكلي – المستهلك (x)

$$0.02 = 0.12 - x \Rightarrow x = 0.12 - 0.02 = 0.1\ mol$$ (المستهلك او المترسب)



$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$Q_{\text{بطارية}} = \frac{n_{Cu_{\text{مترسب}}} \times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = 0.1 \times 2 = 0.2\ mol.e-$$

او الحل بطريقة أخرى: $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$$\begin{matrix} 2 & 1 \\ Q & 0.1 \end{matrix} \Rightarrow Q = \frac{0.1 \times 2}{1} = 0.2\ mol.e-$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.2 = \frac{96.5 \times t(s)}{96500} \Rightarrow t\ (s) = 0.2 \times 1000 = 200\ s$$

(تطبيقي 2018 د3) / (تطبيقي 2017 د2)

زن في وسط حامضي نصف التفاعل الاتي: $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

الحـــل



$$MnO_4^-$$

$$Mn + (4 \times -2) = -1 \longrightarrow Mn^{+2}$$

$$Mn = -1 + 8$$

$$Mn = +7$$

1. نصف تفاعل/ اختزال



$MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا (H ،O)، نلاحظ انها متوازنة
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:



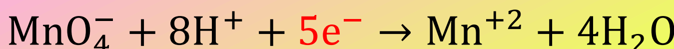
$$MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:

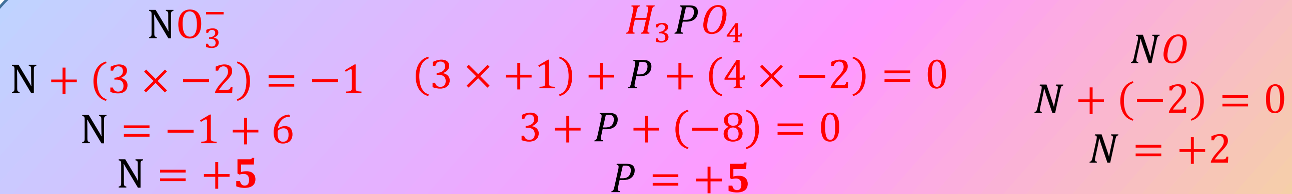


$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$$

(خارج تطبيقي 2018 د1)

زن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي: $P_4 + NO_3^- \rightarrow H_3PO_4 + NO$

الحل

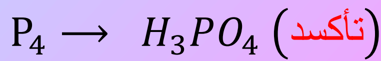


NO_3^-: $N + (3 \times -2) = -1$ ، $N = -1 + 6$ ، $N = +5$

H_3PO_4: $(3 \times +1) + P + (4 \times -2) = 0$ ، $3 + P + (-8) = 0$ ، $P = +5$

NO: $N + (-2) = 0$ ، $N = +2$

1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:

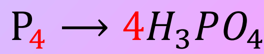


$P_4 \longrightarrow H_3PO_4$ (تأكسد)

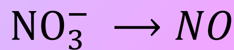


$NO_3^- \longrightarrow NO$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا (H ،O):

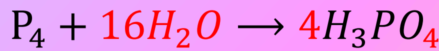


$P_4 \longrightarrow 4H_3PO_4$



$NO_3^- \longrightarrow NO$

3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:

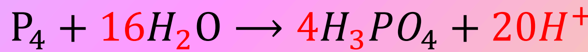


$P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$

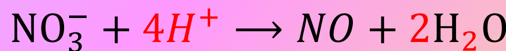


$NO_3^- \longrightarrow NO + 2H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+$



$NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow NO + 2H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$[P_4 + 16H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+ + 20e^-] \times 3$



$[NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O] \times 20$

6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$3P_4 + 48H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + 60H^+ + 60e^-$

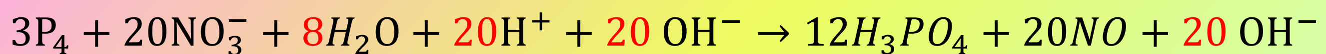


$20NO_3^- + 80H^+ + 60e^- \longrightarrow 20NO + 40H_2O$ (تجمع المعادلتين)



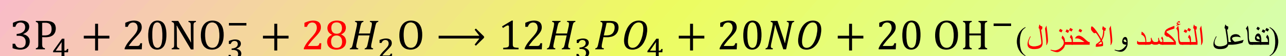
$3P_4 + 20NO_3^- + 8H_2O + 20H^+ \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20NO$

7. نضيف (OH^-) بقدر عدد أيونات (H^+) لطرفي المعادلة:



$3P_4 + 20NO_3^- + 8H_2O + 20H^+ + 20\,OH^- \rightarrow 12H_3PO_4 + 20NO + 20\,OH^-$

8. ندمج (H^+) و(OH^-) على شكل جزيئات ماء:



$3P_4 + 20NO_3^- + 28H_2O \longrightarrow 12H_3PO_4 + 20NO + 20\,OH^-$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(خارج تطبيقي 2018 د1)

هـل بإمكـان محلـول HCl إذابـة فلـز النحـاس فـي محلـول يحتـوي علـى أيـون النحـاس Cu^{+2} بتركيـز $(1M)$، علماً ان جهد الاختزال القياسي للنحاس $E^\circ_{Cu^{+2}/cu} = +0.34\ V$؟

الحـــل

❖ عند ذوبان الفلز فأنه يتحول من مادة صلبة الى محلول لذا نعتبره أنود:



$2Cu \longrightarrow 2Cu^{+2} + 2e^-$ (أنود) $E^\circ_{anode} = -0.34\ V$

❖ اما أيونات H^+ في المحلول سنعتبرها كاثود:



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (-0.34) + 0.0 = -0.34\ V$

∴ قيمة جهد الخلية سالبة فالتفاعل غير تلقائي ∴ لا يمكن إذابة فلز النحاس في مثل تلك الخلية.

(تمهيدي تطبيقي 2017)

خلية فولتائية في درجة $25\ ℃$ تفاعلها العام: $Sn^{+2}_{(aq)(1M)} + Ni_{(s)} \rightarrow Sn_{(s)} + Ni^{+2}_{(aq)(1\ M)}$ احسب التـغيـر في الطـاقـة الحـرة القيـاسيـة لها إذا علمـت ان جهـود الاختزال القيـاسيـة لـ $E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14V$، $E^\circ_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25V$.

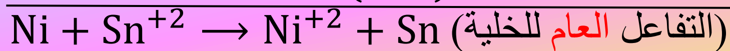
الحـــل



$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $E^\circ_{anode} = +0.25V$



$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$ (كاثود) $E^\circ_{cathod} = -0.14\ V$



$Ni + Sn^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Sn$ (التفاعل العام للخلية)

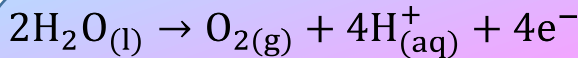
$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.25) + (-0.14) = 0.11\ V$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.11 = -21230\ J/mol$

(تطبيقي 2017 د1)

أحد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو $2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$ فإذا تم جمع $80\ ml$ من O_2 عند $25\ ℃$ وضغط $755\ mm.Hg$، احسب عدد مولات الإلكترونات التي يجب تمريرها في المحلول.

الحـــل



$2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

$P(atm) = 755\ mm.Hg \times \frac{1\ atm}{760\ mm.Hg} = 0.99\ atm$ $(\because 1atm = 760\ mm.Hg)$

$V(L) = 80\ ml \times \frac{1\ L}{1000\ ml} = 0.08\ L$

$PV = nRT \implies 0.99 \times 0.08 = n_{O_2} \times 0.082 \times 298K$

$n_{O_2} = \frac{0.99 \times 0.08}{0.082 \times 298K} = 0.003\ mol$

$n_{متحرر} = Q_{بطارية} \times \frac{1mol}{Q_{تفاعل\ نصف\ خلية}} \implies Q_{O_2} = \frac{n_{O_2(المتحررة)} \times Q_{معادلة}}{1\ mol} = \frac{0.003 \times 4}{1\ mol} = 0.012\ mol.e^-$

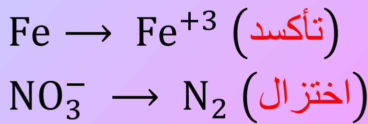
(تمهيدي تطبيقي 2017) / (خارج تطبيقي 2017 د1)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي: $Fe + NO_3^- \rightarrow Fe^{+3} + N_2$

الحــل

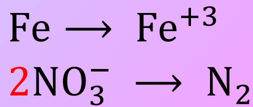
NO_3^-
$N + (3 \times -2) = -1$
$N = -1 + 6$
$N = +5$

1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:



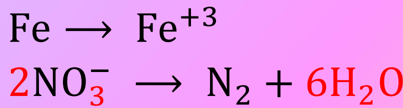
$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$ (تأكسد)
$NO_3^- \longrightarrow N_2$ (اختزال)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H ،O)$:



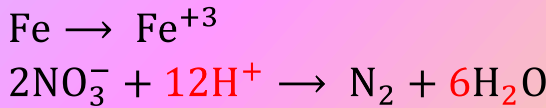
$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$
$2NO_3^- \longrightarrow N_2$

3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:



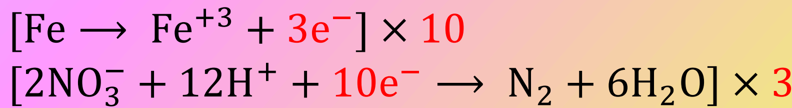
$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$
$2NO_3^- \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



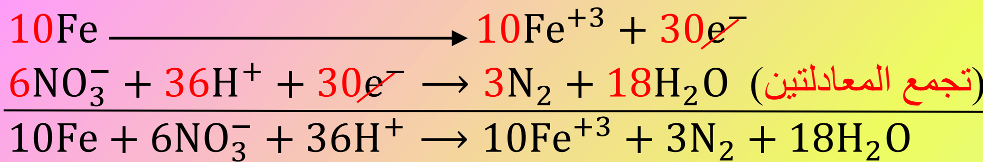
$Fe \longrightarrow Fe^{+3}$
$2NO_3^- + 12H^+ \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$[Fe \longrightarrow Fe^{+3} + 3e^-] \times 10$
$[2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow N_2 + 6H_2O] \times 3$

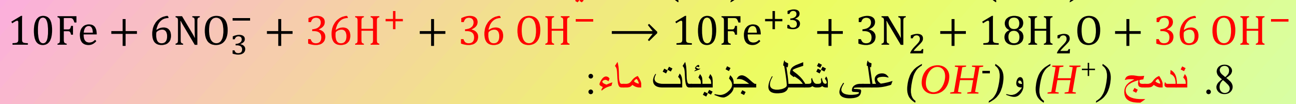
6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:



$10Fe \longrightarrow 10Fe^{+3} + 30e^-$
$6NO_3^- + 36H^+ + 30e^- \longrightarrow 3N_2 + 18H_2O$ (تجمع المعادلتين)

$10Fe + 6NO_3^- + 36H^+ \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 18H_2O$

7. نضيف (OH^-) بقدر عدد أيونات (H^+) لطرفي المعادلة:



$10Fe + 6NO_3^- + 36H^+ + 36\,OH^- \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 18H_2O + 36\,OH^-$

8. ندمج (H^+) و(OH^-) على شكل جزيئات ماء:



$10Fe + 6NO_3^- + 36H_2O \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 18H_2O + 36\,OH^-$

9. نحذف جزيئات الماء المتشابهة من طرفي المعادلة:



$10Fe + 6NO_3^- + 18H_2O \longrightarrow 10Fe^{+3} + 3N_2 + 36\,OH^-$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(تطبيقي 2017 د1)

زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي: $I_2 \rightarrow I^- + IO_3^-$

الحــل


IO_3^-

$I + (3 \times -2) = -1$

$I = -1 + 6$

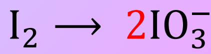
$I = +5$

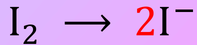
1. نقسم التفاعل إلى نصفي التفاعل:


$I_2 \longrightarrow IO_3^-$ (تأكسد)


$I_2 \longrightarrow I^-$ (اختزال)

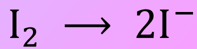
2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H ،O)$:


$I_2 \longrightarrow 2IO_3^-$

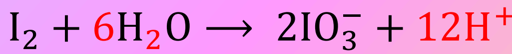

$I_2 \longrightarrow 2I^-$

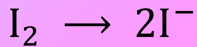
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:


$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^-$


$I_2 \longrightarrow 2I^-$

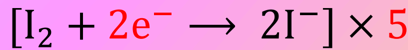
4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:


$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+$


$I_2 \longrightarrow 2I^-$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:

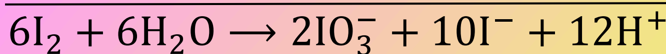

$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + 10e^-$


$[I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-] \times 5$

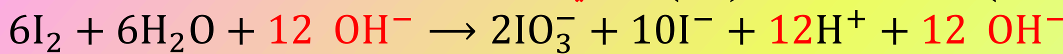
6. نساوي بين عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:


$I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + 10e^-$

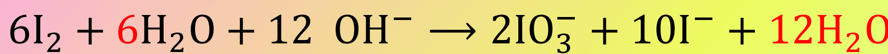

$5I_2 + 10e^- \longrightarrow 10I^-$ (تجمع المعادلتين)


$6I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + 12H^+$

7. نضيف (OH^-) بقدر عدد أيونات (H^+) لطرفي المعادلة:


$6I_2 + 6H_2O + 12\ OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + 12H^+ + 12\ OH^-$

8. ندمج (H^+) و(OH^-) على شكل جزيئات ماء:


$6I_2 + 6H_2O + 12\ OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + 12H_2O$

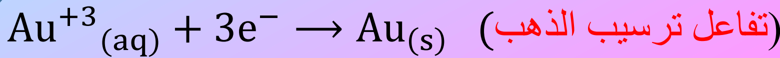
9. نحذف جزيئات الماء المتشابهة من طرفي المعادلة:


$6I_2 + 12\ OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 10I^- + 6H_2O$ (تفاعل التأكسد والاختزال)

(تطبيقي 2017 د2)

أراد أحد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي شدته $10A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على أحد املاح الذهب Au^{+3} فترسب الذهب على الخاتم، لوحظ ان خلال $9.65s$ ان 78% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب، فما كتلة الذهب المترسب؟ الكتلة الذرية للذهب تساوي 197

الحـــل



$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)} \quad \text{(تفاعل ترسيب الذهب)}$$

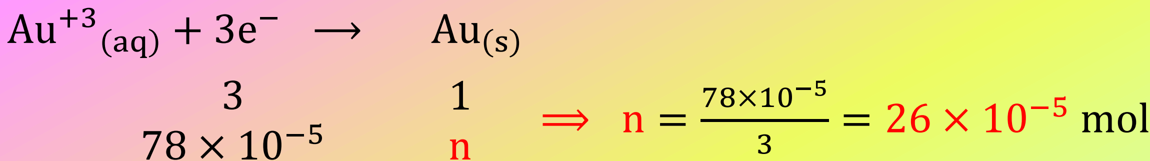
$$Q_T(mol.e^-) = \frac{I(A)\times t(s)}{96500} = \frac{10\times 9.65}{96500} = 0.001\ mol.e^- \quad \text{(الكلية)}$$

الكهربائية المستهلكة لترسيب الذهب = الكهربائية الكلية Q_T × النسبة المئوية للكهربائية المستهلكة

$$Q_{Au_{\text{ترسيب}}} = 0.001 \times 0.78 = 0.00078\ mol.e^-$$

$$n_{\text{مترسب}} = Q_{Au_{\text{ترسيب}}} \times \frac{1mol}{Q_{\text{(معادلة) تفاعل نصف خلية}}} = \frac{0.00078}{3} = 0.00026\ mol$$

او الحل بطريقة أخرى:



$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$$

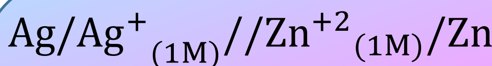
$$\begin{matrix} 3 & & 1 \\ 78\times10^{-5} & & n \end{matrix} \Rightarrow n = \frac{78\times10^{-5}}{3} = 26\times10^{-5}\ mol$$

$$m(g) = n \times M = 0.00026 \times 197 = 0.05\ g$$

(تطبيقي 2017 د2)

طلب من أحد الطلبة التعبير عن الخلية كتابةً فعَبّر عنها بالشكل الآتي: $Ag/Ag^+_{(1M)}//Zn^{+2}_{(1M)}/Zn$ هل كان الطالب موفقاً ام لا في عمله هذا؟ ولماذا؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ ، $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0.8V$.

الحـــل



$$Ag/Ag^+_{(1M)}//Zn^{+2}_{(1M)}/Zn$$

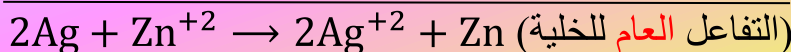
أنود   كاثود



$$2Ag \longrightarrow 2Ag^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = -0.80\ V$$



$$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn \qquad E^\circ_{cathod} = -0.76\ V$$



$$2Ag + Zn^{+2} \longrightarrow 2Ag^{+2} + Zn \quad \text{(التفاعل العام للخلية)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (-0.80) + (-0.76) = -1.56\ V$$

∵ الإشارة سالبة ∴ تفاعل الخلية غير تلقائي أي لا تعطي كهربائية ∴ الطالب كان غير موفق في عمله.

(تطبيقي 2017 د3)

زن نصف التفاعل الآتي في وسط حامضي: $S^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$

الحـــل

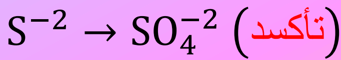
SO_4^{-2}

$S + (4 \times -2) = -2$

$S = -2 + 8$

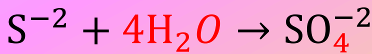
$S = +6$

1. نصف تفاعل/ اختزال:



$S^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$ (تأكسد)

2. نوازن بين ذرات العناصر عدا $(H ، O)$، نلاحظ انها متوازنة
3. نوازن ذرات O وذلك بإضافة H_2O:



$S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2}$

4. نوازن ذرات H وذلك بإضافة H^+:



$S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+$

5. نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات:



$S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+ + 8e^-$

(تطبيقي 2017 د3)

خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25\,^\circ C$: $Cd_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)(1M)} \rightarrow Cd^{+2}_{(aq)(1M)} + Cu_{(s)}$، احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لها إذا علمت ان الجهود الأختزال القياسية $E^\circ_{Cd^{+2}/Cd} = -0.40V$، $E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34V$.

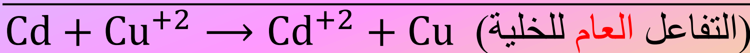
الحـــل



$Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = +0.40\ V$



$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \qquad E^\circ_{cathod} = +0.34\ V$



$Cd + Cu^{+2} \longrightarrow Cd^{+2} + Cu$ (التفاعل العام للخلية)

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.40) + (0.34) = 0.74\ V$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.74 = -142820\ J/mol$

(تطبيقي 2017 د3) / (تمهيدي 2016) / (2013 د2)

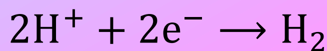
عند إمرار ($0.2\ mol.e^-$) في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر ($448ml$) من الهيدروجين في STP، احسب كتلة النحاس المترسبة، علماً ان الكتلة الذرية للنحاس تساوي 63.

الحــل

$$V(L) = 448\ ml \times \frac{1\ L}{1000\ ml} = 0.448\ L$$

❖ ان $1\ mol$ من غاز H_2 يحرر في STP حجم $22.4\ L$ منه لذا فعدد مولات الهيدروجين المتحررة:

$$n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_m} = \frac{0.448}{22.4} = 0.02\ mol$$



$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$\begin{matrix} 2 & 1 \\ Q_{H_2} & 0.02 \end{matrix} \quad \Longrightarrow Q_{H_2} = \frac{0.02\times 2}{1} = 0.04\ mol.e^-$$

$$Q_{Cu} = Q_T - Q_{H_2} = 0.2 - 0.04 = 0.16\ mol.e^-$$



$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$\begin{matrix} 2 & 1 \\ 0.16 & n_{Cu} \end{matrix} \quad \Longrightarrow n_{Cu} = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$$

$$m(g) = n(mol) \times M(g/mol) = 0.08 \times 63 = 5.04\ g$$

(تمهيدي 2016)

احسب E°_{cell}، E_{cell}، ΔG للخلية الاتية: $Mg/Mg^{+2}_{(0.06M)} // Sn^{+2}_{(0.03M)} /Sn_{(s)}$، إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14V$، $E^\circ_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37V$، $ln2=0.69$.

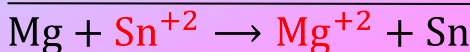
الحــل



$$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^- \ (\text{انود}) \quad E^\circ_{anode} = +2.37\ V$$



$$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn \quad (\text{كاثود}) \quad E^\circ_{cathod} = -0.14\ V$$



$$Mg + Sn^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Sn$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (+2.37) + (-0.14) = 2.23\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]} \Longrightarrow E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{[0.06]}{[0.03]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln 2 = 2.23 - 0.013 \times 0.69 \Longrightarrow E_{cell} = 2.22\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.22 = -424600\ J/mol$$

(2016 د1)

ما التيار بالأمبير اللازم لترسيب $5g$ من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح الذهب؟ علماً ان حالة التأكسد $(+3)$ والكتلة الذرية له $197g/mol$.

الحـــل

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5}{197} = 0.025 \text{ mol}$$



$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$ (تفاعل ترسيب الذهب)

$$\begin{matrix} 3 & 1 \\ Q_{Au} & 0.025 \end{matrix} \Rightarrow Q_{Au} = \frac{0.025 \times 3}{1} = 0.075\ mol.e^-$$

$$t(s) = 1 \times 60 \times 60 = 3600 \text{ s}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow I(A) = \frac{0.075 \times 96500}{3600} = 2 \text{ A}$$

(2016 د1)

لتفاعل الخلية الآتية: $3Zn_{(s)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(s)}$ احسب ΔG علماً ان: $[Zn^{+2}] = 0.01M$، $[Cr^{+3}] = 0.1M$ وان جهود الاختزال القياسية $E°_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74V$، $E°_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$.

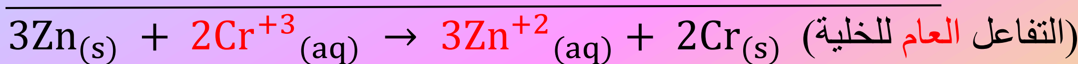
الحـــل



$[Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-] \times 3$ (انود) $\quad E°_{anode} = +0.76V$



$[Cr^{+3} + 3e^- \longrightarrow Cr] \times 2$ (كاثود) $\quad E°_{cathod} = -0.74\ V$



$3Zn_{(s)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \rightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(s)}$ (التفاعل العام للخلية)

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.76 + (-0.74) = 0.02 \text{ V}$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]^3}{[Cr^{+3}]^2} \Rightarrow E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln \frac{[0.01]^3}{[0.1]^2}$$

$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln \frac{1 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-2}} = 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln 10^{-4}$$

$$E_{cell} = 0.02 - 0.004 \times 2.303 \times \log 10^{-4}$$

$$E_{cell} = 0.02 + 0.004 \times 4 \times 2.303 = 0.02 + 0.036 \Rightarrow E_{cell} = 0.056 \text{ V}$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -6 \times 96500 \times 0.056 = -32424\ J/mol$$

(2016 د3)

محلول من كبريتات النحاس $(CuSO_4)$ تركيزه $(0.3\ M)$ وحجمه $(500ml)$، امرر تيار كهربائي شدته $(96.5A)$، احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $(0.03\ mol)$ من أيون النحاس.

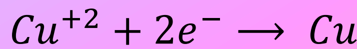
الحــل

$$V(L) = \frac{500}{1000} = 0.5\ L$$

$$M = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L) \quad \therefore n(mol) = 0.3 \times 0.5 = 0.15\ mol$$

المتبقي = الكلي – المستهلك (x)

$$0.03 = 0.15 - x \Rightarrow x = 0.15 - 0.03 = 0.12\ mol$$ (المستهلك او المترسب)



$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$Q_{\text{بطارية}} = \frac{n_{Cu\ \text{مترسب}} \times Q_{\text{تفاعل نصف الخلية}}}{1\ mol} = 0.12 \times 2 = 0.24\ mol.e^-$$

او الحل بطريقة أخرى: $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

2	1
Q	0.12

$$\Rightarrow Q = \frac{0.12 \times 2}{1} = 0.24\ mol.e^-$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.24 = \frac{96.5 \times t(s)}{96500} \quad \therefore t\ (s) = 0.24 \times 1000 = 240\ s$$

(2016 د3)

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في إناء من النيكل؟ بيّن ذلك مع ذكر السبب علماً ان جهود الاختزال القياسية: $E^\circ_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25V$ ، $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$.

الحــل

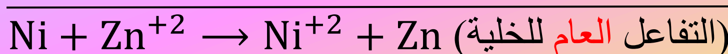
❖ نفرض ان إناء النيكل انوداً ومحلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ كاثوداً



$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-\ (\text{انود}) \quad E^\circ_{anode} = 0.25\ V$$



$$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn\ (\text{كاثود}) \quad E^\circ_{cathod} = -0.76\ V$$



$$Ni + Zn^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Zn$$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = -0.76 + 0.25 = -0.51\ V$$

∵ إشارة جهد الخلية بالسالب ∴ تفاعل الخلية غير تلقائي، لذلك يمكن حفظ محلول $ZnSO_4$ في إناء النيكل.

(خارج 2016 د1) / (خارج احيائي 2017 د2)

احسب الطاقة الحرة ΔG للخلية الاتية: $Mg/Mg^{+2}{}_{(0.05M)}$ // $Sn^{+2}{}_{(0.04M)}$ $/Sn_{(s)}$، إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^{\circ}_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14V$ ، $E^{\circ}_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37V$ ، $ln1.25=0.22$.

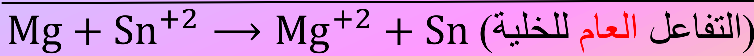
الحــل



$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ (انود) $E°_{anode} = +2.37\ V$



$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$ (كاثود) $E°_{cathod} = -0.14\ V$



$Mg + Sn^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Sn$ (التفاعل العام للخلية)

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = (+2.37) + (-0.14) = 2.23\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]} \Rightarrow E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.05]}{[0.04]}$$

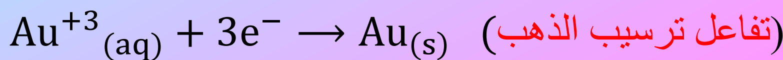
$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} ln1.25 = 2.23 - 0.013 \times 0.22 \Rightarrow E_{cell} = 2.228\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.228 = -430000\ J/mol$$

(خارج 2016 د3)

أراد أحد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي شدته $10A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على أحد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم، لوحظ ان خلال $9.65s$ تم استهلاك 75% من الكهربائية لترسيب الذهب، فما كتلة الذهب المترسب؟ الكتلة الذرية للذهب تساوي 197

الحــل



$Au^{+3}{}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$ (تفاعل ترسيب الذهب)

$$Q_T(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} = \frac{10 \times 9.65}{96500} = 0.001\ mol.e^- \text{ (الكلية)}$$

الكهربائية المستهلكة لترسيب الذهب = الكهربائية الكلية Q_T × النسبة المئوية للكهربائية المستهلكة

$$Q_{Au\,ترسيب} = 0.001 \times 0.75 = 0.00075\ mol.e^-$$

$$n_{مترسب} = Q_{Au\,ترسيب} \times \frac{1mol}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية (معادلة)}}} = \frac{0.00075}{3} = 0.00025\ mol$$



او الحل بطريقة أخرى: $Au^{+3}{}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$

3	1
75×10^{-5}	n

$$\Rightarrow n = \frac{75 \times 10^{-5}}{3} = 25 \times 10^{-5}\ mol$$

$$m(g) = n_{Au} \times M = 0.00025 \times 197 \simeq 0.05\ g$$

(خارج 2016 د3)

احسب التغير في طاقة گبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الآتية عند درجة حرارة $25\,℃$: $3Hg_2{}^{+2}{}_{(aq)} + 2Cr_{(s)} \rightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}{}_{(aq)}$ علماً ان جهود الاختزال القياسية: $E^\circ_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74$ ، $E^\circ_{Hg_2{}^{+2}/Hg} = +0.85$.

الحل



$2 \times [Cr \longrightarrow Cr^{+3} + 3e^-]$ (أنود) $E^\circ_{anode} = +0.74\ V$



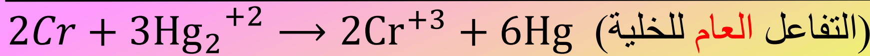
$3 \times [Hg_2{}^{+2} + 2e^- \longrightarrow 2Hg]$ (كاثود) $E^\circ_{cathod} = +0.85\ V$



$[2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-]$ (أنود) $E^\circ_{anode} = +0.74\ V$



$[3Hg_2{}^{+2} + 6e^- \longrightarrow 6Hg]$ (كاثود) $E^\circ_{cathod} = +0.85\ V$



$2Cr + 3Hg_2{}^{+2} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6Hg$ (التفاعل العام للخلية)

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = 0.74 + 0.85 = 1.59\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -6 \times 96500 \times 1.59 = -920610\ J/mol$$

(تمهيدي 2015)

عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن ان ينتجها فلز المغنيسيوم عند إمرار تيار شدته $25A$ لفترة ساعة واحدة يساوي......... الكتلة الذرية لـ $Mg=24\ g/mol$.

الحل

$$t(s) = 1\ hr \times 60 \times 60 = 3600\ s$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A)\times t(s)}{96500} = \frac{25\times 3600}{96500} = 0.9\ mol.e^-$$



$Mg^{+2} + 2e^- \longrightarrow Mg$

2	1
0.9	n

$$\Rightarrow n = \frac{0.9\times 1}{2} = 0.45\ mol$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M = 0.45 \times 24\ g/mol \Rightarrow m = 1.08\ g$$

(تمهيدي 2015)

احسب التركيز المولاري لأيونات H^+ عند $25\,^\circ C$ للخلية تفاعلها: $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$ إذا علمت ان E_{cell} الخلية تساوي $0.73V$ وان $[Zn^{+2}]$ يساوي $0.1M$ وضغط غاز H_2 $1atm$ وان $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$.

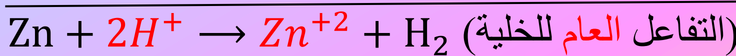
الحل



$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E^\circ_{anode} = +0.76$ V



$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E^\circ_{anode} = 0.00$ V



$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = +0.76 + 0.00 = 0.76$ V

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2} \Rightarrow 0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2}$

$0.73 - 0.76 = -0.013 \ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2} \Rightarrow -0.03 = -0.013 \ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2}$

$\frac{-0.03}{-0.013} = \ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2} \Rightarrow \ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2} = 2.3$

❖ نأخذ الدالة الاسية (e^x) لكلا الطرفين للتخلص من ln:

$e^{\ln \frac{[0.1]}{[H^+]^2}} = e^{2.3} \Rightarrow \frac{[0.1]}{[H^+]^2} = 10 \Rightarrow [H^+]^2 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \quad (\because e^{2.3} = 10)$

$[H^+] = \sqrt{0.01} = 0.1$ M

(2015 د1)

خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25\,^\circ C$: $Ni_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)}$، احسب التغير في الطاقة الحرة إذا علمت ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وتركيز ايونات النيكل Ni^{+2} يساوي $0.01M$ وان جهود الاختزال القياسية: $E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14V$، $E^\circ_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25V$ وان $lnx = 2.303 logx$.

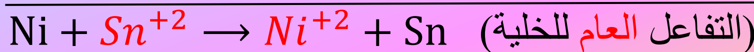
الحل



$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E^\circ_{anode} = +0.25$V



$Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ (كاثود) $\quad E^\circ_{cathod} = -0.14$ V



$Ni + Sn^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Sn$ (التفاعل العام للخلية)

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (0.25) + (-0.14) = 0.11$ V

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]} \Rightarrow E_{cell} = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.01]}{[1]}$

$E_{cell} = 0.11 - 0.013 \ln[10^{-2}] \Rightarrow E_{cell} = 0.11 - 0.013 \times 2.303 \log[10^{-2}]$

$E_{cell} = 0.11 + 0.013 \times 2.303 \times 2 \Rightarrow E_{cell} = 0.11 + 0.06 = 0.17$ V

$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.17 = -32810\ J/mol$

(2015 د2)

ما هي شدة التيار الذي يجب إمراره في محلول كلوريد الذهب $AlCl_3$ لمدة $(180s)$ لترسيب $(2g)$ من الذهب عند الكاثود؟ كتلته الذرية $197g/mol$.

الحل

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{197} = 0.01 \text{ mol}$$



$$n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1 \text{ mol}}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}} \Rightarrow Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{n_{\text{مترسب}} \times Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}{1 \text{ mol}}$$

$$Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{0.01 \times 3}{1} = 0.03\ mol.e^-$$



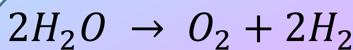
$$\begin{matrix} 3 & 1 \\ Q & 0.01 \end{matrix} \Rightarrow Q\ (mol.e^-) = \frac{3 \times 0.01}{1} = 0.03\ mol.e^-$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.03 = \frac{I(A) \times 180}{96500} \quad \therefore I(A) = \frac{0.03 \times 96500}{180} = 16.08 \text{ A}$$

(2015 د3)

احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $(1hr)$ و$(200s)$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يتحرر (18.06×10^{21}) جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية.

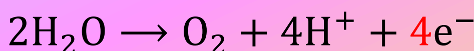
الحل



❖ نلاحظ ان عدد جزيئات H_2 المتحررة ضعف عدد جزيئات O_2، لذلك نفرض ان: $O_2 = X$، $H_2 = 2X$.

$$X + 2X = 18.06 \times 10^{21} \Rightarrow 3X = 18.06 \times 10^{21} \Rightarrow X = \frac{18.06 \times 10^{21}}{3} = 6.02 \times 10^{21} \text{ جزيئة}$$

$$n_{O_2} = \frac{\text{عدد جزيئات الاوكسجين}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{6.02 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}} = 10^{-2} = 0.01 \text{ mol}$$



$$n_{\text{مترسب او متحرر}} = Q_{\text{بطارية}} \times \frac{1 \text{ mol}}{Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}} \Rightarrow Q_{\text{بطارية}}(mol.e^-) = \frac{n_{\text{متحرر}} \times Q_{\text{تفاعل نصف خلية}}}{1 \text{ mol}}$$

$$Q_{\text{بطارية}} = \frac{0.01 \times 4}{1} = 0.04\ mol.e^-$$

او يمكن إيجاد Q بدلالة غاز الهيدروجين H_2:

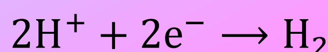
$H_2 = 2X = 2 \times 6.02\times10^{21} = 12.04\times10^{21}$ جزيئة

$n_{H_2} = \frac{\text{عدد جزيئات الهيدروجين}}{\text{عدد افوكادرو}} = \frac{12.04\times10^{21}}{6.023\times10^{23}} = 2\times10^{-2} = 0.02$ mol

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

2 1

Q 0.02 $\Rightarrow Q = \frac{0.02\times2}{1} = 0.04\, mol.e^-$



$t(s) = \left(1\, hr \times \frac{3600\, s}{1\, hr}\right) + 200\, s \quad \therefore t(s) = 3800\, s$

$Q\, (mol.e^-) = \frac{I(A)\times t(s)}{96500} \Rightarrow 0.04 = \frac{I(A)\times3800}{96500} \Rightarrow I(A) = \frac{0.04\times96500}{3800} = 1\, A$

(نازحين 2015 د1)

خلية كلفانية في درجة $25\,℃$ أحد قطبيها هو الهيدروجين بضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين تركيز أيون الهيدروجين فيه $0.1\ M$ والأخر قطب النيكل، تركيز ايوناته فيه $(0.01M)$، احسب مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية إذا علمت ان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $(-0.25V)$، $lnx=2.303logx$.

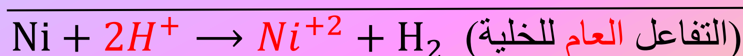
الحــل



$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ (انود) $\quad E°_{anode} = +0.25V$



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E°_{cathod} = 0.00\ V$



$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2$ (التفاعل العام للخلية)

$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = (0.25) + (0.00) = 0.25\ V$

$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln\frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2} = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ln\frac{[10^{-2}]}{[10^{-1}]^2}$

$E_{cell} = 0.25 - 0.013 \times 2.303\, \log 1 = 0.25\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell} = -2\times96500\times0.25 = -48250\ J/mol = -48.25\ KJ/mol$

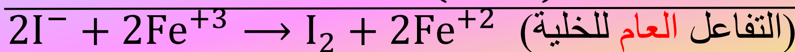
(2015 د3)

لتفاعل الخلية القياسي الآتي عند درجة $25\,℃$: $2Fe^{+3}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + I_{2(s)}$ إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E^{\circ}_{Fe^{+3}/Fe^{+2}}=0.77V$، $E^{\circ}_{I_2/I^-}=+0.53V$، احسب طاقة كبس الحرة القياسية.

الحــل







$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = -0.53 + 0.77 = 0.24\ V$

$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.24 = -46320\ J/mol$

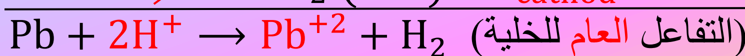
(خارج 2015 د1)

احسب التغير في الطاقة الحرة للخلية الآتية عند $25\,℃$: $Pb/Pb^{+2}_{(0.01M)}\ //\ H^{+}_{(1M)}\ /H_{2(1atm)}\ /Pt$ إذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^{\circ}_{Pb^{+2}/Pb} = -0.13\ V$، $\ln 10^{-2} = -4.6$ او $\ln x = 2.3\log$.

الحــل







$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = 0.13 + 0.00 = 0.13\ V$

$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{2}\ln\frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2} = 0.13 - 0.013 \times \ln\frac{10^{-2}}{1}$

$E_{cell} = 0.13 - 0.013 \times \ln 10^{-2} = 0.13 + 0.013 \times 4.6$ $(\because \ln 10^{-2} = -4.6)$

$E_{cell} = 0.13 + 0.06 = 0.19\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.19 = -36670\ J/mol$

(2014 د1) / (موصل احيائي 2017 د1)

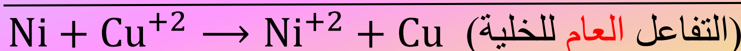
هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في إناء من النيكل ام لا؟ بيّن ذلك مع ذكر السبب؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية: $E^{\circ}_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24V$، $E^{\circ}_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34V$.

الحــل

❖ نفرض ان إناء النيكل انوداً ومحلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ كاثوداً







$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = 0.24 + 0.34 = +0.58\ V$

∵ إشارة جهد الخلية بالموجب ∴ تفاعل الخلية تلقائي، لذلك لا يمكن حفظ محلول $CuSO_4$ في إناء النيكل.

(2014 د2)

للخلية الاتية: $Al/Al^{+3}_{(1M)}//Cd^{+2}_{(1M)}/Cd$ إذا علمت ان جهد الخلية القياسية يساوي $(1.26V)$ وجهد الاختزال القياسي للكادميوم $E^{\circ}_{Cd^{+2}/Cd}= -0.40V$، احسب جهد الاختزال القياسي للألمنيوم.

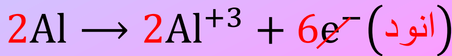
الحــل



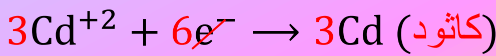
$2 \times [Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-]$ (انود) $\quad E^{\circ}_{anode} = ?\ V$



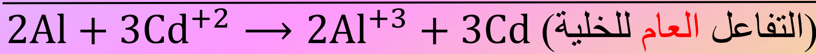
$3 \times [Cd^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cd]$ (كاثود) $\quad E^{\circ}_{cathod} = -0.40\ V$



$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ (انود)



$3Cd^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cd$ (كاثود)



$2Al + 3Cd^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cd$ (التفاعل العام للخلية)

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} \Longrightarrow 1.26\ V = E^{\circ}_{anode\ (Al)} + (-0.40)$

$E^{\circ}_{anode\ (Al)} = 1.26 + 0.40 = 1.66\ V$ (جهد التأكسد)

∵ جهد قطب الأنود القياسي يمثل جهد التأكسد القياسي ∴ جهد الاختزال القياسي يساوي جهد التأكسد القياسي ولكن بعكس الإشارة

∴ $E^{\circ}_{Al^{+3}/Al} = -1.66\ V$ (جهد الاختزال)

(خاص 2014 د2)

هل بإمكان محلول HCl إذابة فلز الفضة في محلول يحتوي على أيون الفضة Ag^+ بتركيز $(1M)$ للخلية الآتية، علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^{\circ}_{Ag^+/Ag} = 0.8\ V$: $Ag/Ag^+_{(1M)}//H^+_{(1M)}/H_{2(1atm)}/Pt$؟

الحــل

❖ عند ذوبان الفلز فأنه يتحول من مادة صلبة الى محلول لذا نعتبره أنود:



$2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ (أنود) $\quad E^{\circ}_{anode} = -0.8\ V$

❖ اما أيونات H^+ في المحلول سنعتبرها كاثود:



$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (كاثود) $\quad E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ V$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod} = (-0.8) + 0.0 = -0.8\ V$

∴ قيمة جهد الخلية سالبة فالتفاعل غير تلقائي ∴ لا يمكن إذابة فلز الفضة في مثل تلك الخلية.

(خاص 2014 د2)

عند إمرار واحد فرداي في محلول Al^{+3} فإن وزن الألمنيوم المترسب على الكاثود يساوي......... إذا علمت ان الوزن الذري للألمنيوم هو $27\ g/mol$.

الحـــل

$\therefore 1\ F = 1\ (mol.e^-) = Q\ (mol.e^-)$



$Al^{+3} + 3e^- \longrightarrow Al$

$$\begin{matrix} 3 & 1 \\ 1 & n_{Al} \end{matrix} \Rightarrow n_{Al} = \frac{1\times1}{3} = \frac{1}{3}\ mol$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M = \frac{1}{3} \times 27 \Rightarrow m = 9\ g$$

(تمهيدي 2013)

احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية: $3Hg_2{}^{+2}{}_{(aq)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 6Cl^-{}_{(aq)}$ عند درجة $25\,°C$، إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E°_{Hg^{+2}/Hg} = 0.85V$ ، $E°_{Cl_2/Cl^-} = 1.36V$.

الحـــل



$3Hg_2{}^{+2} \longrightarrow 6Hg + 6e^-$ (أنود) $E°_{anode} = -0.85\ V$



$3Cl_2 + 6e^- \longrightarrow 6Cl^-$ (كاثود) $E°_{cathod} = +1.36\ V$



$3Hg_2{}^{+2} + 3Cl_2 \longrightarrow 6Hg + 6Cl^-$ (التفاعل العام للخلية)

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = -0.85 + 1.36 = 0.51\ V$$

$$\Delta G° = -nFE°_{cell} = -6 \times 96500 \times 0.51 = -295290\ J/mol$$

(2013 د1)

هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في إناء مصنوع من الخارصين ام النحاس؟ مع بيان السبب إذا علمت ان جهود الاختزال القياسية: $E°_{Co^{+2}/Co} = -0.28V$ ، $E°_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ ، $E°_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34V$.

الحـــل

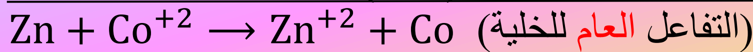
❖ نفرض ان إناء الخارصين أنوداً ومحلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ كاثوداً:



$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ (أنود) $E°_{anode} = 0.76\ V$



$Co^{+2} + 2e^- \longrightarrow Co$ (كاثود) $E°_{cathod} = -0.28\ V$



$Zn + Co^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Co$ (التفاعل العام للخلية)

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.76 + (-0.28) = +0.48\ V$$

$\because$ جهد الخلية القياسي بالموجب $\therefore$ تفاعل الخلية تلقائي، أي يحدث تفاعل بين محلول نترات الكوبلت مع إناء الخارصين. لذا لا يجب حفظ المحلول في إناء الخارصين.

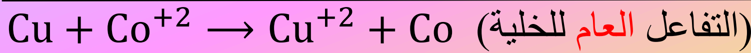
❖ نفرض ان إناء النحاس أنوداً ومحلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ كاثوداً:



$$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^- \text{ (أنود) } E^\circ_{anode} = -0.34\ V$$



$$Co^{+2} + 2e^- \longrightarrow Co \text{ (كاثود) } E^\circ_{cathod} = -0.28\ V$$



$$Cu + Co^{+2} \longrightarrow Cu^{+2} + Co \text{ (التفاعل العام للخلية)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = (-0.34) + (-0.28) = -0.62\ V$$

∵ جهد الخلية القياسي بالسالب ∴ تفاعل الخلية غير تلقائي، أي لا يحدث تفاعل بين محلول نترات الكوبلت مع إناء النحاس، لذا يمكن حفظ المحلول في إناء النحاس.

(خارج 2013 د1)

احسب جهد الخلية E_{cell} عند $25\ ℃$ التي تفاعلها: $2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)}$ إذا علمت ان $[Cu^{+2}] = 0.01M$، $[Ag^+] = 0.01M$ وجهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$، $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.80\ V$، $\ln 100 = 4.6$.

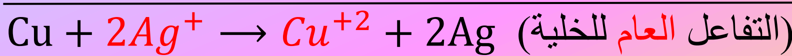
الحــل



$$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^- \text{ (أنود) } E^\circ_{anode} = -0.34\ V$$



$$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag \text{ (كاثود) } E^\circ_{cathod} = 0.80\ V$$



$$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{+2} + 2Ag \text{ (التفاعل العام للخلية)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = -0.34 + 0.80 = 0.46\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ln\frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^+]^2} \Rightarrow E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2}\ln\frac{[0.01]}{[0.01]^2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.013\ln 100 \Rightarrow E_{cell} = 0.46 - 0.013 \times 4.6$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.06 = 0.4\ V$$



2 أسئلة متنوعة

(خارج 2013 د1)

يُعرّف جهد القطب بأنه..............

الحل

هو فرق الجهد الحاصل بين لوحي العنصر ومحلول أيوناته ويقسم إلى قسمين: جهد تأكسد وجهد اختزال.

(خارج 2013 د1)

عرّف الطلاء الكهربائي

الحل

هي طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر، وللطلاء أهمية كبرى تتمثل بحماية المعادن من الصدأ او التآكل.

(2013 د3)

ما هي مواصفات الخلية الجافة؟

الحل

1) تعطي جهد مقداره $1.5\ V$.
2) لا يمكن إعادة شحنها.
3) تستخدم في أجهزة الراديو والحاسوب

(2013 د2، 2014 د1، ت 2017 د2، ت 2019 تمهيدي، ح 2017 د3، ح 2019 تمهيدي، خارج ح 2017 د1)

عرّف الجسر الملحي

الحل

هو عبارة عن أنبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لا يتغير كيميائياً يثبّت بداخل الانبوب بمادة الاكار ومن المركبات المستعملة لمليء الجسر الملحي هي KNO_3، KCl، K_2SO_3، وظيفته تكملة الدائرة الكهربائية ونقل الايونات بين محلولي نصفي الخلية.

(2013 د2، 2016 د1) / (نازحين 2015 د1) / (خارج ت 2017 د1)

ما الفرق بين الخلية الكلفانية وخلايا التحليل الكهربائي؟

الحـــل

الخلايا الكلفانية	الخلايا الإلكتروليتية
1) تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية	1) تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2) تفاعلاتها تلقائية $\Delta G = -$	2) تفاعلاتها غير تلقائية $\Delta G = +$
3) يستخدم فيها جسر ملحي	3) لا يستخدم فيها جسر ملحي
4) تنتقل فيها الإلكترونات المتحررة من الذرات إلى الأيونات عبر السلك الموصّل الخارجي، بينما تنتقل الأيونات بين المحلولين بواسطة الجسر الملحي	4) تنتقل فيها الإلكترونات من مصدر الجهد الخارجي (البطارية) بواسطة الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول الإلكتروليتي او المواد المنصهرة
5) خلية دانيال	5) خلية الطلاء الكهربائي

(تمهيدي 2013، 2014 د2، ح 2017 د1، ح 2019 د1، خ 2016 د1)

تعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عاملين مهمين هما ....و............

الحـــل

أ) شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة

ب) تركيز أيونات الفلز المراد الطلاء به قليل.

(2014 د3، تمهيدي 2016، ت 2018 د1، تمهيدي ت 2018، ح 2017 د2، ح 2018 د2، موصل 2017 د1، ح 2019 د2، خ 2016 د1)

علل/ استعمال عنصر البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي؟

الحـــل

لأنه مادة خاملة لا تعاني تأكسد او اختزالاً لذلك يقوم بمهمتين:

1) توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه.

2) توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية.

(خاص 2014 د2)

علل/ عند مضاعفة تفاعل الاختزال او تفاعل التأكسد لا يُضاعف جهد القطب؟

الحـــل

وذلك لان الجهد من الخواص المركزة الذي لا يعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وإنما يعتمد على التركيز المولاري لأيونات محلول القطب.

(تمهيدي 2016) / (خارج 2016 د2)

عرّف الخلايا الكلفانية

الحـــل

هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً، لتوليد تيار كهربائي.

(2015 د3) / (2016 د3)

ممّ تتركب خلية الطلاء الكهربائي؟ وعلام تعتمد جودة الطلاء؟

الحـــل

خلية الطلاء الكهربائي تتركب من:

1) الأنود: ويتكون من الفلز النقي المُراد الطلاء به مثل الذهب او الفضة.

2) الكاثود: ويتكون من السطح المُراد طلاؤه مثل ملعقة طعام.

3) محلول الخلية حاوياً على أحد املاح الفلز النقي المُراد الطلاء به

جودة الطلاء تعتمد على: أ) شدة التيار الكهربائي المستخدم ضعيفة ب) تركيز أيونات الفلز المُراد الطلاء به قليل.

(2015 د2)

علل / وجود البلاتين الأسود في قطب الهيدروجين القياسي؟

الحـــل

أ) توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه.

ب) توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية.

(2015 د1، 2016 د2، تمهيدي ت 2017، ت 2018 د2، ت 2019 د2، ح 2018 د1، خ ح 2017 د2، خ 2015 د1)

علل / اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لقياس جهود الأقطاب الأخرى؟

الحـــل

لأنه عنصر نشاطهُ الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كأنود او كاثود بالإضافة إلى ان جهدهُ القياسي يساوي صفر.

(خارج 2016 د2)

ما فائدة قطب الهيدروجين القياسي؟ ولماذا يستخدم البلاتين في صناعة هذا القطب؟

الحــل

فائدة قطب الهيدروجين القياسي: يستخدم لقياس الجهود القياسية للأقطاب الأخرى.
ويستخدم البلاتين في صناعة هذا القطب لأنه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً او اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها

(خارج 2016 د1) / (خارج احيائي 2018 د1)

عرّف قانون فاراداي الأول

الحــل

تتناسب طردياً كتلة أي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الأنود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية.

(تطبيقي 2017 د3) / (تطبيقي 2019 د1)

ممَّ يتكون قطب الهيدروجين القياسي؟ وما أهميته؟

الحــل

يتكون قطب الهيدروجين القياسي من أنبوبة زجاجية يُمرر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات بضغط $1\ atm$ وعند درجة حرارة $25\ ^{\circ}C$ في محلول يحتوي على أيونات الهيدروجين مثل محلول HCl بتركيز $(1M)$، تحتوي الانبوبة الزجاجية في اسفلها على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة من البلاتين الأسود خشنة متصلة بسلك من البلاتين.
اهميته: يستخدم كقطب مرجع ذو جهد قياسي معلوم لقياس جهود الاختزال للعناصر الأخرى بسبب نشاطه الكيميائي المتوسط بين العناصر وجهدهُ القياسي يساوي صفر.

(تطبيقي 2018 د1) / (خارج ت 2017 د1) / (خارج 2015 د1)

كيف يمكن إعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية؟

الحــل

وذلك بإمرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا إلكترولية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته).

(تمهيدي تطبيقي 2018)

عرّف الخلايا الإلكترولوتية

الحـــل

وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي، تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية وتجري بشكل غير تلقائي، أي ان قيمة الطاقة الحرة لها تكون موجبة $\Delta G = +$ وجهد الخلية لها سالب $E_{cell} = -$.

(تطبيقي 2019 د1)

علل / استهلاك المواد العضوية الغروية اثناء الطلاء الكهربائي؟

الحـــل

والسبب يعود الى كتلتها المولية العالية والتي بدورها يكون لها ميل للاستقرار في السطوح الفاصلة مما يساعد في ملئ الاسطح وجعلها متساوية ويعود لها السبب بكونها تعطي طبقة طلاء ناعمة.

(خارج احيائي 2017 د1)

علل / يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً؟

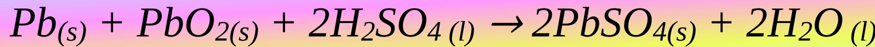
الحـــل

لأن الخلايا الكلفانية تكون تفاعلات اقطابها تلقائية.

(خارج احيائي 2018 د1)

اكتب التفاعل العام لخلية بطارية الخزن الرصاصية.

الحـــل



$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{\,(l)}$$

(احيائي 2018 د3)

ما فائدة الجسر الملحي في الخلايا الكلفانية؟

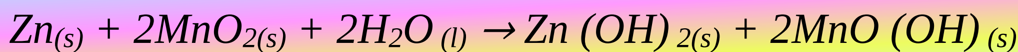
الحـــل

لإكمال الدائرة الكهربائية حيث تنتقل الايونات الموجبة والسالبة بين محلولي القطبين.

(خارج احيائي 2019 د1)

اكتب التفاعل العام للخلية الجافة

الحـــل



$$Zn_{(s)} + 2MnO_{2(s)} + 2H_2O_{\,(l)} \rightarrow Zn\,(OH)_{2(s)} + 2MnO\,(OH)_{\,(s)}$$

الكيمياء التناسقية

الأسئلة والأجوبة النموذجية الوزارية

للأعوام 2013 – 2019

ولكافة الأدوار (تمهيدي -اول -ثاني -ثالث)

إعداد

الأستاذ عمر قصي التويجري

ماجستير علوم كيمياء


07804277116

اعداد التأكسد لبعض الأيونات الشائعة

فلوريد F^-	الجزيئات المتعادلة (0)	الصوديوم Na^{+1}	الأوكسجين O^{-2}
كلوريد Cl^-	الماء H_2O	البوتاسيوم K^{+1}	الكبريتات SO_4^{-2}
بروميد Br^-	الامونيا NH_3	الهيدروجين H^{+1}	الأوكزالات $C_2O_4^{-2}$
يوديد I^-	كاربونيل CO	الكالسيوم Ca^{+2}	الكاربونات CO_3^{-2}
سيانيد CN^-	اثلين ثنائي امين en	المغنيسيوم Mg^{+2}	
هيدروكسيد OH^-	الاثلين C_2H_4		
نترات NO_3^-	مثيل امين CH_3NH_2		

تصنيف بعض الليكندات الضعيفة (غير الضاغطة) و القوية (الضاغطة)

ليكندات ضعيفة		ليكندات قوية	
الرمز	الاسم	الرمز	الاسم
I^-	يوديد	CN^-	سيانيد
Br^-	بروميد	NH_3	امونيا
Cl^-	كلوريد	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثلين ثنائي امين
F^-	فلوريد	NO_2^-	نتريت
OH^-	هيدروكسيد	CO	كاربونيل
H_2O	ماء	C_5H_5N	بيريدين

أسماء لبعض الليكندات في التسمية النظامية

ليكندات أحادية المخلب		ليكندات ثنائية المخلب	
اسم الليكند	تركيب الليكند	اسم الليكند	تركيب الليكند
كلورو	Cl^-	اثلين ثنائي امين (en)	$NH_2–CH_2CH_2–H_2N$
برومو	Br^-	نتراتو	NO_3^-
سيانو	CN^-	اوكزاليتو	$C_2O_4^{-2}$
أكوا	H_2O	كاربونيتو	CO_3^{-2}
كاربونيل	CO		
امين	NH_3		

الترتيب الإلكتروني المختصر

$_{18}[Ar]\ 3d\ 4s\ 4p$ $_{36}[Kr]\ 4d\ 5s\ 5p$

$_{54}[Xe]\ 4f\ 5d\ 6s\ 6p$

(تمهيدي2013) / (خارج تمهيدي 2015)

ما الفرق بين الملح المزدوج والمركب التناسقي مع مثال لكل منهما؟

الحــل

الملح المزدوج	المركب التناسقي
1) هو مركب إضافة مستقر يعطي عند إذابته في الماء الأيونات المكونة له كافة	هو مركب إضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الأيونات المكونة له عند ذوبانه في الماء
2) يحتفظ كل أيون بصفاته المستقلة	تختفي الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة للمركب
3) مثل ملح مور $FeSO_4.\ (NH_4)_2SO_4$	مثل $[Cu\ (NH_3)_4]\ SO_4$

(تمهيدي 2013) / (احيائي 2019 د3) / (خارج 2015 د1)

ما العدد الذري الفعّال لـ $[Ag(NH_3)_4]^+$، وهل تنطبق عليه قاعدة *EAN*؟ العدد الذري $Ag=47$.

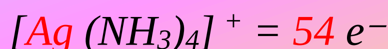
الحــل


$[Ag\ (NH_3)_4]^+$

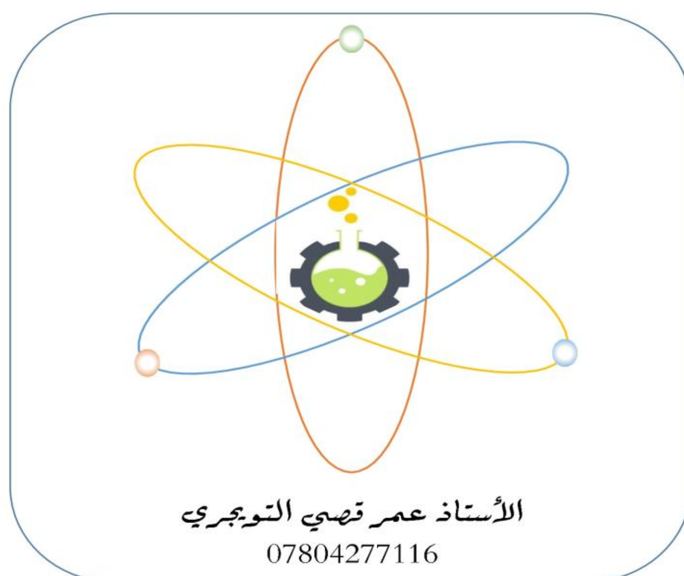
$Ag = 47\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات في ذرة الفضة قبل التأين)

$Ag^+ = 46\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات في أيون الفضة بعد التأين)

$4(NH_4) = (4\times 2e^-) = 8\ e^-$ (كل جزيئة امونيا تهب زوج الكترون غير متآصر)


$[Ag\ (NH_3)_4]^+ = 54\ e^-$

(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال *EAN*، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 54 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الزينون $_{54}Xe$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة *EAN*)



(تمهيدي 2013، 2014 د2، تمهيدي 2016، ت 2018 د3، ت 2018 د2، ح 2017 د1، ح 2018 د1، خارج ت 2017 د2)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التناسقي $[PdCl_4]^{-2}$؟ ثم احسب (μ) له علماً ان العدد الذري لـ $Pd=46$ و $Cl=17$.

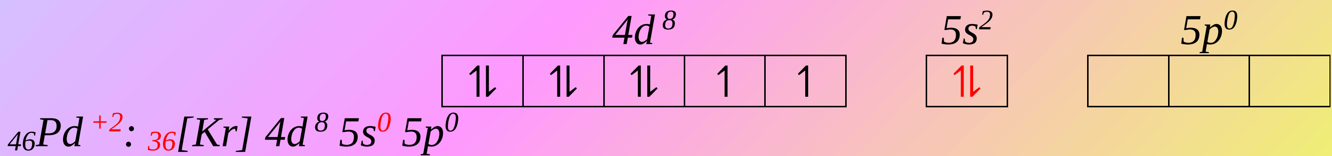
الحل

(نجد عدد التأكسد للذرة المركزية) $[PdCl_4]^{-2}$

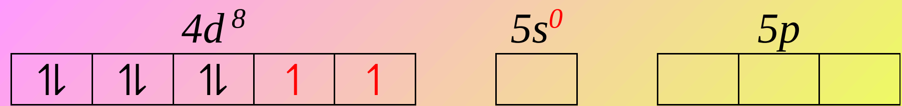
(∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي) $Pd + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Pd = -2 + 4 = +2$

$_{46}Pd: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^8$

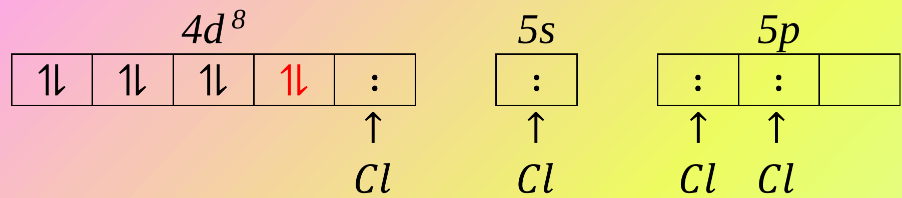
Or $_{46}Pd$: $_{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^2\ 5p^0$ (المختصر)



$_{46}Pd^{+2}$: $_{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^0\ 5p^0$



$[PdCl_4]^{-2}$: $_{36}[Kr]\ 4d^8 5s\ 5p$



❖ حدث ازدواج للإلكترونات بالرغم من كون الليكند ضعيف (Cl^-) وذلك لأن (Pd) عنصر من السلسلة الانتقالية الثانية

نوع التهجين: dsp^2

الشكل الهندسي: مربع مستوي

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(2013 د1) / (احيائي 2019 د3)

لماذا يكون المعقد $[NiCl_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي؟ وضّح ذلك حسب نظرية آصرة التكافؤ، ثم بيّن نوع التهجين والشكل الهندسي، ثم احسب μ لكل منهما علماً ان العدد الذري لـ $Pt=78$ و $Ni=28$ و $Cl=17$.

الحل

$[NiCl_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Ni + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Ni = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

$_{28}Ni$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2\ 4p^0$

3d⁸						4s²		4p		
1l	1l	1l	1	1		1l				

$_{28}Ni^{+2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0\ 4p^0$

3d⁸						4s⁰		4p		
1l	1l	1l	1	1						

$[NiCl_4]^{-2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$

3d⁸						4s		4p		
1l	1l	1l	1	1		:		:	:	:
						↑ Cl		↑ Cl	↑ Cl	↑ Cl

الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2(2+2)} = 2.83$$

$[PtCl_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

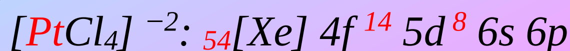
$Pt + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Pt = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

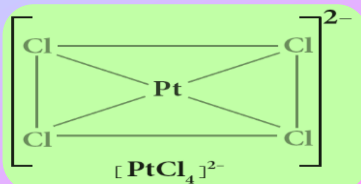
$_{78}Pt$: $_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^8\ 6s^2\ 6p^0$

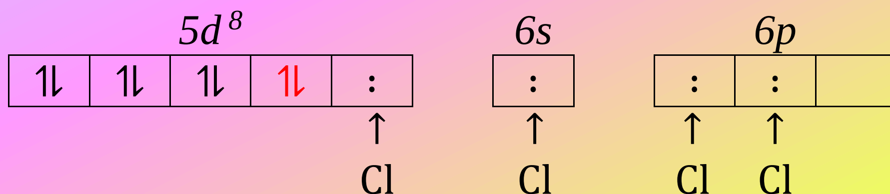
5d⁸						6s²		6p		
1l	1l	1l	1	1		1l				

$_{78}Pt^{+2}$: $_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^8\ 6s^0\ 6p^0$

5d⁸						6s⁰		6p		
1l	1l	1l	1	1						







❖حدث ازدواج للإلكترونات بالرغم من كون الليكند (Cl^-) ضعيف وذلك لأن (Pt) عنصر من السلسلة الانتقالية الثالثة

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(2013 د1، 2014 د2)

الصيغة البنائية للمركب التناسقي كلوريد رباعي أكوا ثنائي كلورو الكروم (III) هي............

الحـــل

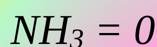


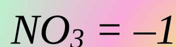
(2013 د1، تمهيدي 2016) / (خارج تطبيقي 2018 د2)

ما التكافؤ الأولي و التكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركب $[Cr(NH_3)_6]\ (NO_3)_3$؟

الحـــل

اعداد التأكسد:





التكافؤ الأولي للكروم في $[Cr(NH_3)_6]\ (NO_3)_3$ هو:

$$Cr + (6 \times 0) + (3 \times -1) = 0$$

$$Cr + 0 - 3 = 0$$

$$Cr = +3$$

التكافؤ الثانوي = عدد المخالب × عدد الليكندات

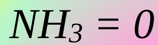
(التكافؤ الثانوي) = $(6 \times 1) = 6$

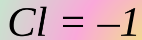
(2013 د2)

ما التكافؤ الأولي والتكافؤ الثانوي للكوبلت في المركب $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$؟

الحـــل

اعداد التأكسد:


$NH_3 = 0$


$Cl = -1$

التكافؤ الأولي للكوبلت في المركب $[Co\ (NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ هو:

$$Co + (5\times 0) + (3\times -1) = 0$$
$$Co + 0 + (-3) = 0$$
$$Co = +3$$

التكافؤ الثانوي = (عدد المخالب × عدد الليكندات) داخل مجال التناسق

$5:\ NH_3 = (5\times1) =$ (التكافؤ الثانوي)

$\underline{1:\ Cl} = (1\times1) =$

6 (التكافؤ الثانوي)

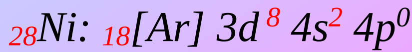
(2013 د2، تمهيدي 2014، تمهيدي 2015، 2016 د1، ت 2018 د2، خ 2016 د3)

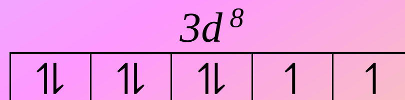
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[NiCl_4]^{-2}$؟ ثم احسب μ له علماً ان العدد الذري لـ $Ni=28$ و $Cl=17$.

الحـــل

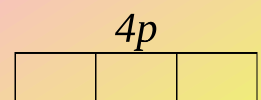
$[NiCl_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Ni + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Ni = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

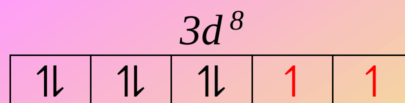

$_{28}Ni:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2\ 4p^0$

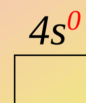


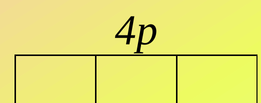




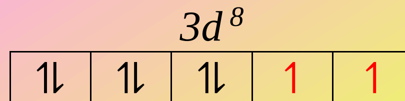

$_{28}Ni^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0\ 4p^0$

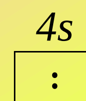


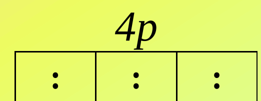





$[NiCl_4]^{-2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$







الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

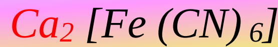
نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2(2+2)} = 2.83$$

(2013 د2، تمهيدي 2015، تطبيقي 2017 د2، تمهيدي ت 2017، تمهيدي احيائي 2017)

ان الصيغة الكيميائية للمركب التناسقي سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم هي..........

الحل


$Ca_2\,[Fe\,(CN)_6]$

(2013 د3، تمهيدي 2014، تمهيدي 2015، 2016 د2، ت 2017 د1، ت 2019 د3، ت 2019 د2، ح 2017 د1، تمهيدي ح 2019)

عرّف الملح المزدوج

الحل

هو مركب مستقر يعطي عند إذابته في الماء كافة الأيونات المكونة له بحيث يحتفظ كل أيون بصفاته المستقلة.

(2013 د3) / (ت 2017 د1) / (ح 2017 د1، د2) / (خ 2016 د2)

الصيغة التركيبية للمركب كبريتات سداسي أكوا حديد (II) هي..........

الحل


$[Fe\,(H_2O)_6]SO_4$

(2013 د3) / (خارج 2016 د2)

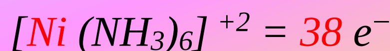
ما العدد الذري الفعّال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$؟ و هل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ إذا علمت ان العدد الذري للنيكل = 28.

الحل


$[Ni\,(NH_3)_6]^{+2}$

$Ni = 28\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Ni^{+2} = 26\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)


$6(NH_4) = (6\times 2e^-) = 12\ e^-$ (كل جزيئة امونيا تهب زوج الكتروني غير متآصر)

$[Ni\,(NH_3)_6]^{+2} = 38\ e^-$

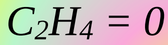
(لا تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال لا يساوي العدد الذري لأي عنصر نبيل)

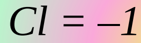
(خارج 2013 د1)

ان العدد التأكسدي (التكافؤ الأولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)\,Cl_3]^-$ هو........

الحـــل

اعداد التأكسد:





التكافؤ الأولي للبلاتين هو:

$Pt + (1\times 0) + (3\times -1) = -1$

$Pt = -1 + 3 = +2$

(خارج 2013 د1)

إذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمعقد $[MnBr_4]^{-2}$ يساوي (5.9 B.M) فما نوع التهجين؟ وما الشكل الهندسي المتوقع لهذا الأيون المعقد اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ؟ علماً ان العدد الذري لـ $Mn = 25$

الحـــل

❖ ان قيمة μ تستخدم لمعرفة عدد الإلكترونات المنفردة في الغلاف d من خلال العلاقة:

$\mu\,(B.M) = \sqrt{e(e+2)} \Rightarrow 5.9 = \sqrt{e(e+2)}$ (بتربيع الطرفين للتخلص من الجذر)

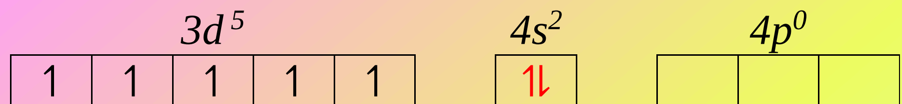
$(5.9)^2 = e(e+2) \Rightarrow 35 = e^2 + 2e \Rightarrow e^2 + 2e - 35 = 0 \Rightarrow (e+7)(e-5) = 0$

❖ اما $e = -7$ (تهمل) او $e = 5$، لذلك الغلاف d يحتوي على 5 الكترونات منفردة.

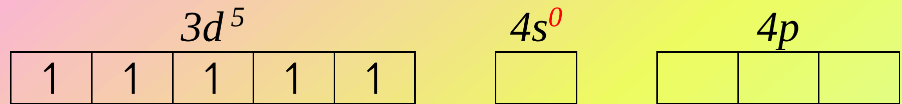
$[MnBr_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Mn + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Mn = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

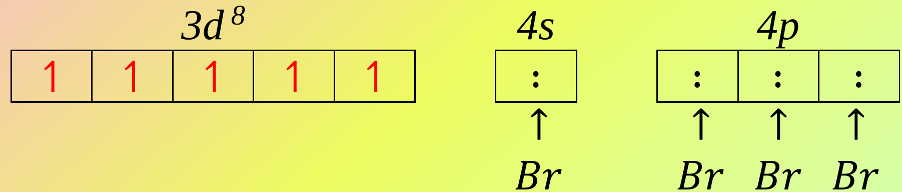












الصفات المغناطيسية: فرّو مغناطيسي وذلك لوجود 5 الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

(2014 تمهيدي) / (تمهيدي احيائي 2019)

احسب العدد الذري الفعّال لـ $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$، وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ العدد الذري $Pd=46$.

الحــل


$[Pd\,(NH_3)_6]^{+4}$

$Pd = 46\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Pd^{+4} = 42\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)

$6(NH_4) = (6\times 2e^-) = 12\ e^-$ (كل جزيئة امونيا تهب زوج الكتروني غير متآصر)


$[Pd\,(NH_3)_6]^{+4} = 54\ e^-$

(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 54 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الزينون $_{54}Xe$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة EAN)

(تمهيدي 2014) / (تمهيدي تطبيقي 2017)

إن الصيغة التركيبية للمركب رباعي كاربونيل نيكل (0) هي............

الحــل


الصيغة التركيبية هي $[Ni(CO)_4]$

(ح 2018 د3) / (2014 د1) / (ح 2019 د3) / (خ 2016 د3)

عرّف مجال التناسق

الحــل

هو تلك الأقواس المربعة [ ] الذي يضم المركب المعقد جزيئاً، بحيث تكون ذرة الفلز المركزي والليكندات المتصلة به داخلها، ويسمى بالمجال الداخلي.

(2014 د1) / (تطبيقي 2017 د2)

وضّح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد؟

الحــل

وذلك لأنه عند إذابة المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في الماء فأنه سوف يعطي الأيونات SO_4^{-2}، NH_4^+، Fe^{+2} والتي يتم التأكد من وجودها بالمحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها، أي إنها تحتفظ بصفاتها المستقلة وهي صفة للأملاح المزدوجة. اما عند إذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فأنه يتأين حسب المعادلة:


$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{-3} + 3K^+$$

وبالتالي فإن محلول $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط، ولا يعطي كشف لأيون الحديديك Fe^{+3} وأيون CN^- وهذه صفة المركبات التناسقية المعقدة، وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج، بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ هو مركب تناسقي.

(2014 د1)

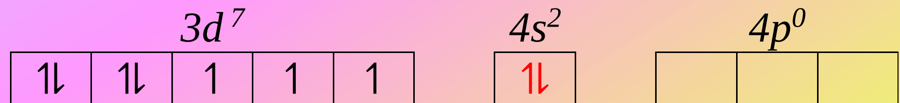
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(H_2O)_4]^{+2}$؟ ثم احسب (μ) له علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$، $\sqrt{15} = 3.87$.

الحــل

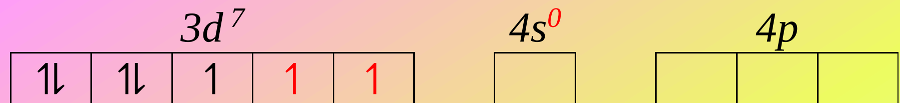
(نجد عدد التأكسد للذرة المركزية) $[Co(H_2O)_4]^{+2}$

$Co + (4\times 0) = +2 \Rightarrow Co = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

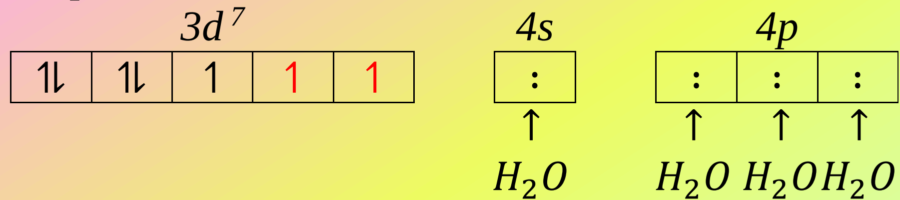
$_{27}Co: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^2$



$_{27}Co^{+2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^0$



$[Co(H_2O)_4]^{+2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87$$

(2014 د2) / (2016 د1) / (تمهيدي احيائي 2017)

عرّف العدد الذري الفعّال

الحــل

هو المجموع الكلي للإلكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات ويساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة.

(2014 د3)

معقد تناسقي يمتلك ثلاثة الكترونات منفردة فأن قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي..........

الحــل

$\because e = 3$

$$\mu\ (B.M) = \sqrt{e(e+2)} = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87$$

(2014 د3) / (تطبيقي 2018 د2) / (تطبيقي 2018 د3)

عرّف المعقد المتعادل

الحــل

هو المعقد الذي لا يحمل شحنة ولا يتأين في الماء مثل $[Ni(Co)_4]$.

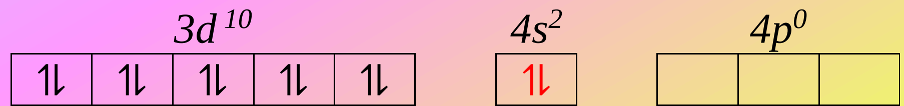
(2014 د3، تطبيقي 2019 د1، خ. تطبيقي 2019 د1، احيائي 2018 د2)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، بيّن توزيع الكترونات الفلز والإلكترونات الآتية من الليكندات للمعقد $[Zn(CN)_4]^{-2}$ علماً ان الكتلة الذرية لـ $Zn=30$.

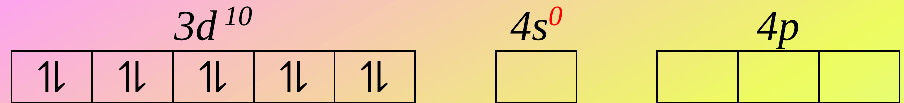
(نجد عدد التأكسد للذرة المركزية) $[Zn(CN)_4]^{-2}$

$Zn + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Zn = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

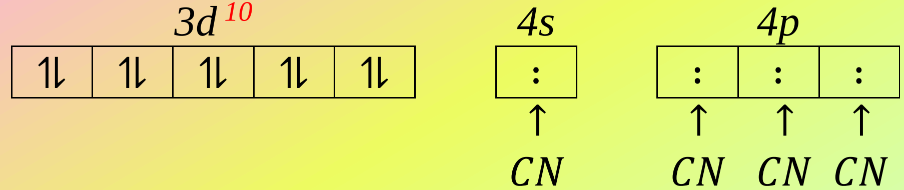
$_{30}Zn: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p$



$_{30}Zn^{+2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^0\ 4p$



$[Zn(CN)_4]^{-2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

(خاص 2014 د2، 2015 د2، خارج تمهيدي 2015، تطبيقي 2018 د2، تطبيقي 2018 د1)

ان عدد التأكسد (التكافؤ الأولي) لعنصر الحديد Fe هو......... وعدد التناسق (التكافؤ الثانوي) لعنصر Fe هو .... للمركب المعقد $K_3[Fe(CN)_6]$

الحــل

عدد التأكسد (التكافؤ الأولي) للحديد هو:

$(3\times +1) + Fe + (6\times -1) = 0 \Rightarrow Fe = +3$

عدد التناسق (التكافؤ الثانوي) للحديد = عدد المخالب × عدد الليكندات

$= (6\times 1) = 6$

اعداد التأكسد:

$K = +1$

$CN = -1$

(خاص 2014 د2، 2015 د1، 2016 د2، تمهيدي تطبيقي 2018، احيائي 2019 د2)

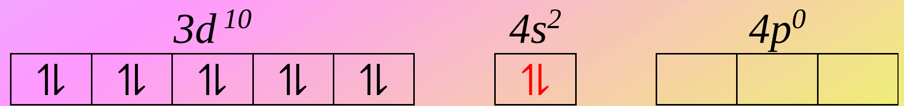
اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Zn=30$.

الحل

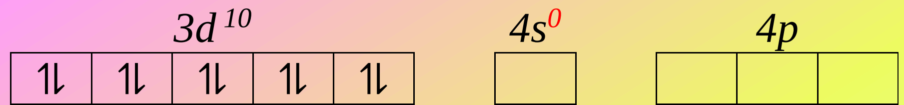
$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Zn + (2\times -1) + (2\times 0) = 0 \Rightarrow Zn = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

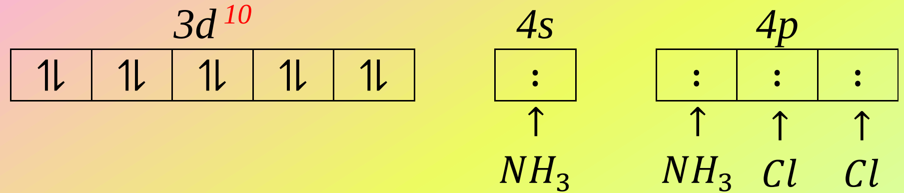
${}_{30}Zn$: ${}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p$



${}_{30}Zn^{+2}$: ${}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^0\ 4p$



$[ZnCl_2(NH_3)_2]$: ${}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(2015 د1) / (احيائي 2017 د1) / (خ. احيائي 2018 د1، 2)

العدد الذري الفعّال للمعقد $[Fe(CN)_6]^{-3}$ يساوي............. علماً ان العدد الذري $Fe=26$.

الحل

$[Fe(CN)_6]^{-3}$

$Fe = 26\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Fe^{+3} = 23\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)

$6:(CN) = (6 \times 2e^-) = 12\ e^-$

$[Fe(CN)_6]^{-3} = 35\ e^-$

(لا تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال لا يساوي العدد الذري لأي عنصر نبيل)

(2015 د2، د3، ت 2018 د1، تمهيدي ت 2019، تمهيدي ح 2018)

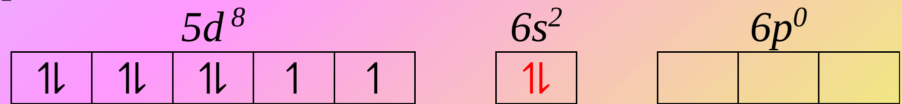
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمركب التناسقي $[PtCl_4]^{-2}$ علماً ان العدد الذري $Pt = 78$؟

الحـــل

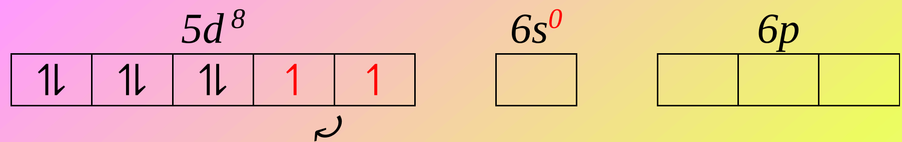
$[PtCl_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Pt + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Pt = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

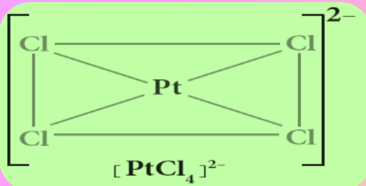
$_{78}Pt: {}_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{2}\ 6p^{0}$

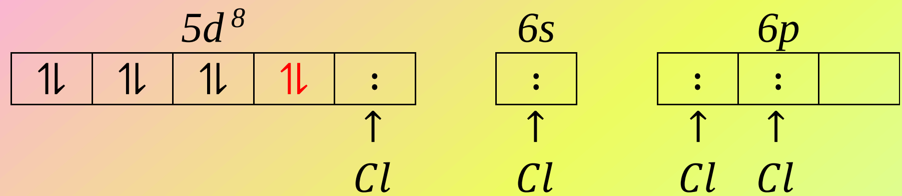


$_{78}Pt^{+2}: {}_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{0}\ 6p^{0}$



$[PtCl_4]^{-2}: {}_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{0}\ 6p^{0}$





❖ حدث ازدواج للإلكترونات بالرغم من كون الليكند ضعيف (Cl^-) وذلك لأن عنصر (Pt) من السلسلة الانتقالية الثالثة

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$



(2015 د3) / (2016 د3)

علل/ يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج؟

الحــل

وذلك لأنه عند إذابته في الماء يعطي جميع الأيونات المكونة له، وفي هذه الحالة يحتفظ كل أيون بصفاته المستقلة

(2015 د3) / (2018 احيائي د1)

ما العدد الذري الفعّال لـ $[Ni(en)_3]^{+2}$، وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ العدد الذري $Ni=28$.

الحــل



$[Ni(en)_3]^{+2}$

$Ni = 28\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Ni^{+2} = 26\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)

$3:(en) = (3 \times 4e^-) = 12\ e^-$ $(\because en = 4e^-)$

$[Ni(en)_3]^{+2} = 38\ e^-$

(لا تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال لا يساوي العدد الذري لأي عنصر نبيل)

(خارج تمهيدي 2015) / (2017 احيائي د3) / (خ ح. 2017 د1)

ما العدد الذري الفعّال لـ $[CoCl_4]^{-2}$، وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ العدد الذري $Co=27$.

الحــل



$[CoCl_4]^{-2}$

$Co = 27\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Co^{+2} = 25\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)

$4:(Cl) = (4 \times 2e^-) = 8\ e^-$

$[CoCl_4]^{-2} = 33\ e^-$

(لا تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال لا يساوي العدد الذري لأي عنصر نبيل)

(خ تمهيدي 2015، ت 2017 د2، د3، ت 2019 د3، ح 2018 د2، د3)

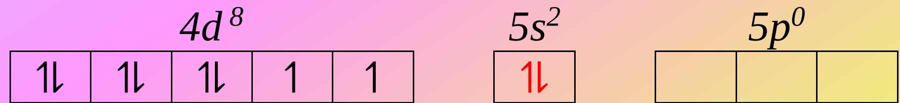
اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Pd(CN)_4]^{-2}$؟ ثم احسب الزخم المغناطيسي (μ)، علماً ان العدد الذري لـ $Pd=46$.

الحل

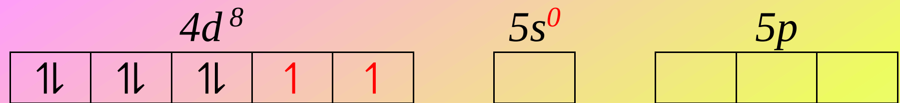
نجد عدد التأكسد للذرة المركزية $[Pd(CN)_4]^{-2}$

$Pd + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Pd = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

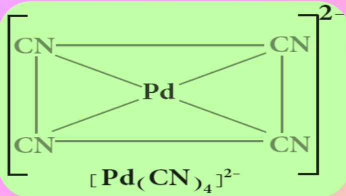
$_{46}Pd:\ _{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^2 5p^0$

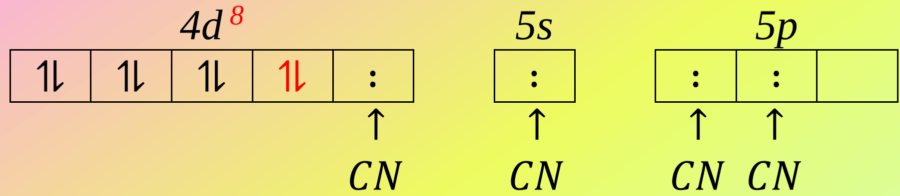


$_{46}Pd^{+2}:\ _{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^0\ 5p^0$



$[Pd(CN)_4]^{-2}:\ _{36}[Kr]\ 4d^8 5s\ 5p$





الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

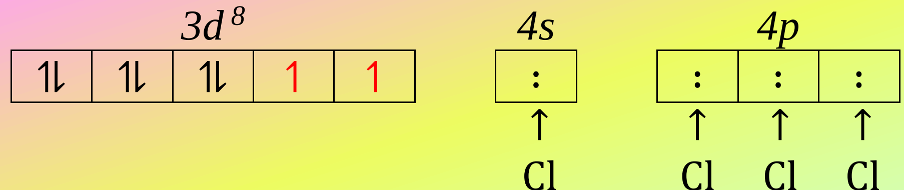
(خارج 2015 د1)

علل/ يمتلك المعقد التناسقي $[NiCl_4]^{-2}$ صفات بارا مغناطيسي؟ العدد الذري لـ $Ni = 28$.

الحل

لأن الذرة المركزية (Ni) تمتلك $(2e^-)$ منفردة في الغلاف الخارجي (d) أي وجود الكترونين غير مزدوجين مما يمنح المعقد صفات بارا مغناطيسي:

$[NiCl_4]^{-2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



(تطبيقي 2019 د1، د3، 2017 د1، 2014 د3، نازحين 2015 د1)

وضّح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ كمركب تناسقي؟

الحـــل

وذلك لأنه عند إذابة المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في الماء فأنه سوف يعطي الأيونات SO_4^{-2}، NH_4^+، Fe^{+2} والتي يتم التأكد من وجودها بالمحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها وهي صفة للأملاح المزدوجة. اما عند إذابة المركب $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ في الماء فأنه يتأين حسب المعادلة:



$$[Fe(H_2O)_6]SO_4 \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_6]^{+2} + SO_4^{-2}$$

وبالتالي فإن محلول $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ في الماء يعطي كشف لأيون SO_4^{-2} فقط، ولا يعطي كشف لأيون الحديد Fe^{+2} وهذه صفة المركبات التناسقية المعقدة، وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج، بينما المركب $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ هو مركب تناسقي.

(خارج 2015 د2) / (2016 د1) / (تطبيقي 2017 د1)

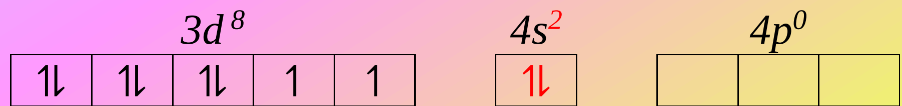
اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Ni(CN)_4]^{-2}$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Ni=28$.

الحـــل

نجد عدد التأكسد للذرة المركزية $[Ni(CN)_4]^{-2}$

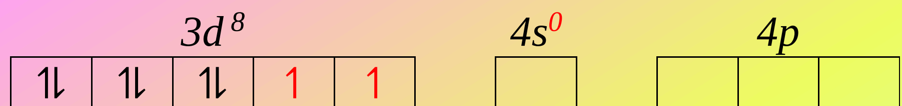
$Ni + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Ni = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

${}_{28}Ni:\ {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2 4p^0$



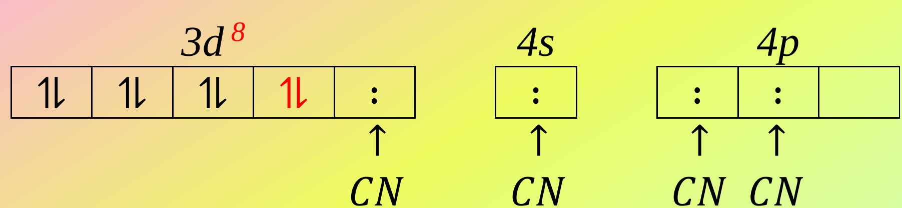
3d⁸						4s²		4p⁰		
⥮	⥮	⥮	1	1		⥮				

${}_{28}Ni^{+2}:\ {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0 4p^0$



3d⁸						4s⁰		4p		
⥮	⥮	⥮	1	1						

$[Ni(CN)_4]^{-2}:\ {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



3d⁸						4s		4p		
⥮	⥮	⥮	⥮	:		:		:	:	
				↑ CN		↑ CN		↑ CN	↑ CN	

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي.

(نازحين 2015 د1، تمهيدي ت 2017، ح 2017 د2، تمهيدي ح 2017، ح 2019 د1، تمهيدي ح 2019، خ ت 2019 د1)

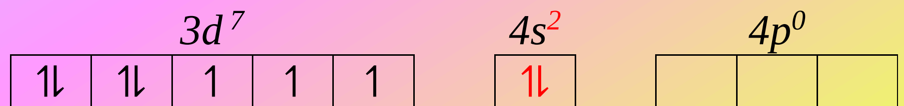
اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ *(VBT)*، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التناسقي $[Co(CN)_4]^{-2}$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$.

الحل

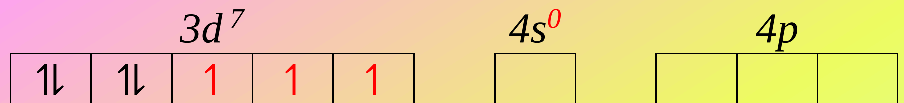
$[Co(CN)_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Co + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Co = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

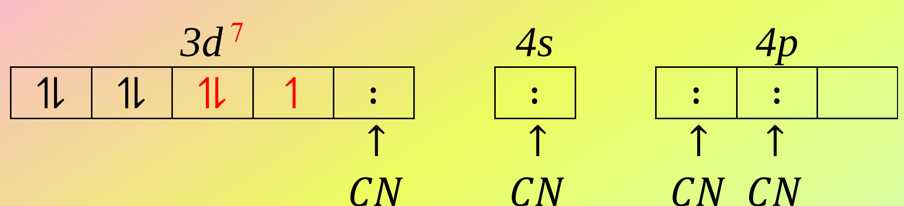
$_{27}Co: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^2 4p^0$



$_{27}Co^{+2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^0 4p^0$



$[Co(CN)_4]^{-2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترون منفردة في الغلاف *d*.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي.

(نازحين 2015 د1) / (خارج 2016 د3)

العدد الذري الفعّال للمعقد $Mn_2(CO)_{10}$ يساوي............ العدد الذري لـ $Mn = 25$.

الحل

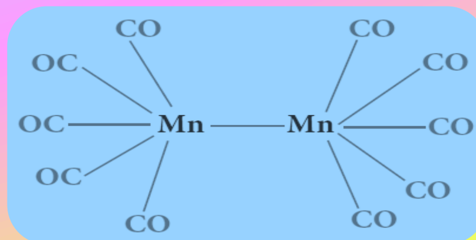
$[Mn_2(CO)_{10}]$

$Mn = 25\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات)

$Mn–Mn = 1\ e^-$ (آصرة جسرية فلزية)

$5:(CO) = (5 \times 2e^-) = 10\ e^-$

$[Mn_2(CO)_{10}] = 36\ e^-$



(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال *EAN*، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 36 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الكريبتون $_{36}Kr$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة *EAN*)

(2016 د1)

علل/ يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)؟

الحـــل

عند إذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فأنه يتأين حسب المعادلة:



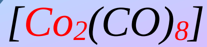
$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{-3} + 3K^+$$

أي عند ذوبانه في الماء لا يعطي الأيونات المكونة له وبالتالي فإن محلول $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط، ولا يعطي كشف لأيون الحديديك Fe^{+3} وأيون CN^- وهذه صفة المركبات التناسقية المعقدة.

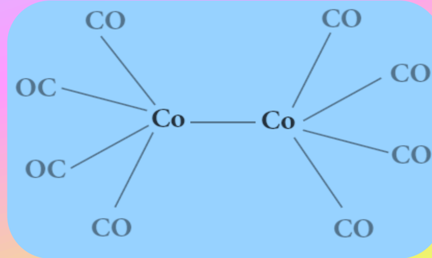
(2016 د2)

العدد الذري الفعّال للمعقد $[Co_2(CO)_8]$ يساوي............ العدد الذري للكوبلت $Co=27$.

الحـــل



$[Co_2(CO)_8]$



$Co = 27\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات)

$Co–Co = 1\ e^-$ (آصرة جسرية فلزية)

$4:(CO) = (4 \times 2e^-) = 8\ e^-$

$[Co_2(CO)_{10}] = 36\ e^-$

(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 36 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الكريبتون $_{36}Kr$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة EAN)

(2016 د3)

علل/ يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج؟

الحـــل

وذلك لأنه عند إذابة المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في الماء فأنه سوف يعطي الأيونات SO_4^{-2}، NH_4^+، Fe^{+2} التي تحتفظ كل منها بخواصها المستقلة والتي يتم التأكد من وجودها بالمحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها.

(2016 د3)

العدد الذري الفعّال لـ $Fe(CO)_5$ يساوي............. علماً ان العدد الذري للحديد =26.

الحـــل



$[Fe(CO)_5]$

$Fe = 26\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات من الذرة المركزية)

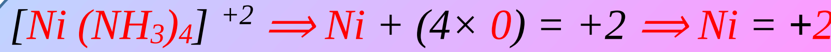
$5:(CO) = (5 \times 2e^-) = 10\ e^-$

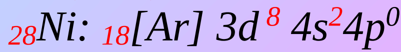
$[Fe(CO)_5] = 36\ e^-$

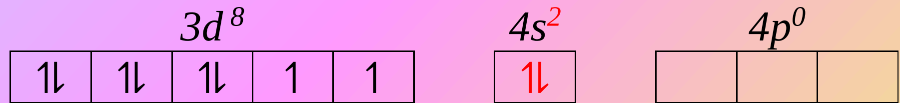
(ت 2019 د2، نازحين 2015 د1، ح 2017 د3، خ. ت، ح 2018 د1، 2016 د3، خ. احيائي 2019 د1)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، قارن بين المركبين التناسقيين $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$، $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$ من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية؟ علماً ان العدد الذري لـ $Ni=28$

الحــل

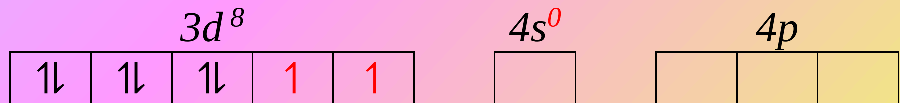

$[Ni\,(NH_3)_4]^{+2} \Rightarrow Ni + (4\times 0) = +2 \Rightarrow Ni = +2$


$_{28}Ni:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2 4p^0$

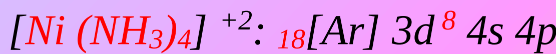


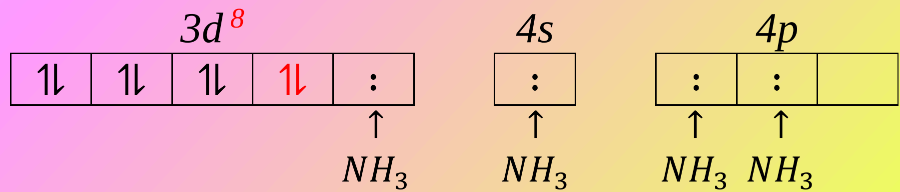
$3d^8$					$4s^2$	$4p^0$		
⥮	⥮	⥮	1	1	⥮			


$_{28}Ni^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0 4p^0$



$3d^8$					$4s^0$	$4p$		
⥮	⥮	⥮	1	1				

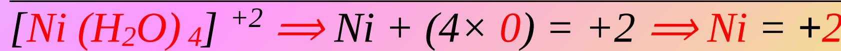

$[Ni\,(NH_3)_4]^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



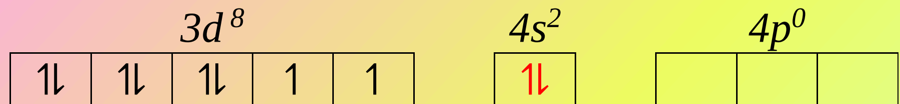
$3d^8$					$4s$	$4p$		
⥮	⥮	⥮	⥮	:	:	:	:	
				↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي.

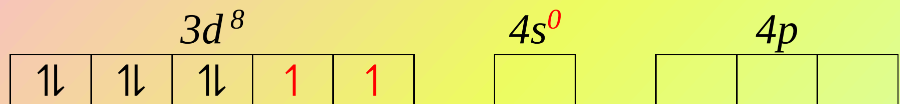

$[Ni\,(H_2O)_4]^{+2} \Rightarrow Ni + (4\times 0) = +2 \Rightarrow Ni = +2$


$_{28}Ni:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2$

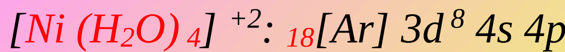


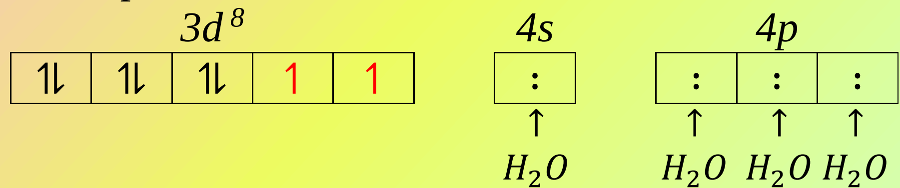
$3d^8$					$4s^2$	$4p^0$		
⥮	⥮	⥮	1	1	⥮			


$_{28}Ni^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0$



$3d^8$					$4s^0$	$4p$		
⥮	⥮	⥮	1	1				


$[Ni\,(H_2O)_4]^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



$3d^8$					$4s$	$4p$		
⥮	⥮	⥮	1	1	:	:	:	:
					↑ H_2O	↑ H_2O	↑ H_2O	↑ H_2O

الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

(خارج 2016 د1)

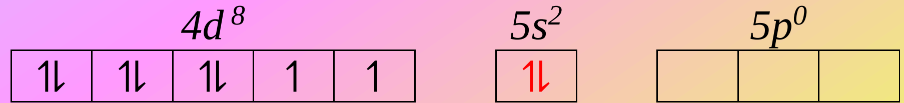
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التناسقي $Na_2[PdCl_4]$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Pd=46$ و $Cl=17$.

الحـــل

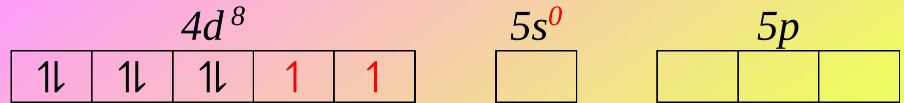

$Na_2\,[PdCl_4]$


$(2 \times +1) + Pd + (4 \times -1) = 0 \Rightarrow Pd = -2 + 4 = +2$

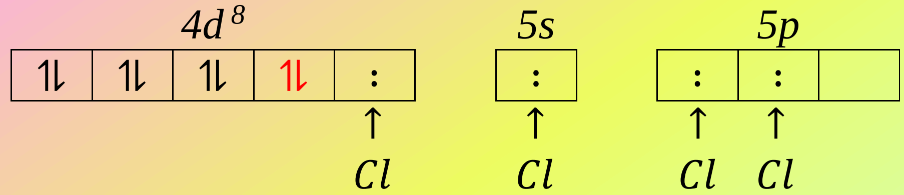
$_{46}Pd:\ _{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^2 5p$




$_{46}Pd^{+2}:\ _{36}[Kr]\ 4d^8\ 5s^0\ 5p$




$Na_2\,[PdCl_4]:\ _{36}[Kr]\ 4d^8 5s\ 5p$



❖ حدث ازدواج للإلكترونات بالرغم من كون الليكند ضعيف (Cl^-) وذلك لأن عنصر (Pd) من السلسلة الانتقالية الثانية

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

(خ. 2016 د1) / (خ. احيائي 2017 د2) / (احيائي 2019 د2)

عرّف الليكندات الكليتية

الحـــل

هي الليكندات التي ترتبط في موقعين او أكثر في آن واحد مع الأيون الفلزي.

(خارج 2016 د3)

ما الفرق بين ملح مور $FeSO_4.\,(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ والمعقد التناسقي $K[FeCl_4]$ ؟

الحـــل

ملح مور $FeSO_4.\,(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ عند ذوبانه في الماء يعطي جميع ايوناته المكونة له التي تحتفظ بصفاتها المستقلة. اما المعقد التناسقي $K\,[FeCl_4]$ عند ذوبانه في الماء لا يعطي جميع ايوناته المكونة له، حيث تختفي بعض الصفات المستقلة لبعض ايوناته.

(خارج 2016 د2)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التناسقي $[HgI_3]^-$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Hg=80$.

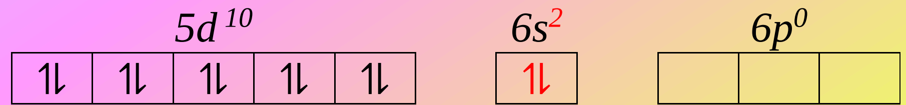
الحــل

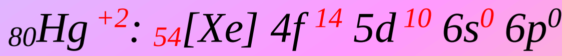
نجد عدد التأكسد للذرة المركزية $[HgI_3]^-$

$Hg + (3\times -1) = -1 \Rightarrow Hg = -1 + 3 = +2$

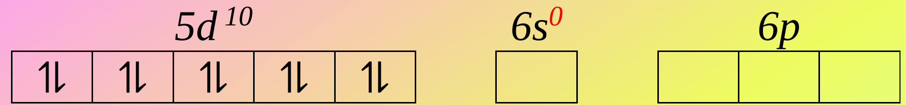


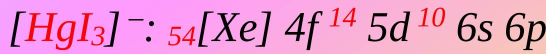
$_{80}Hg$: $_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^0$



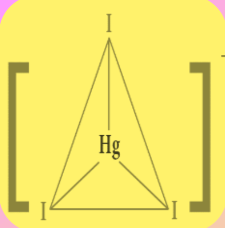


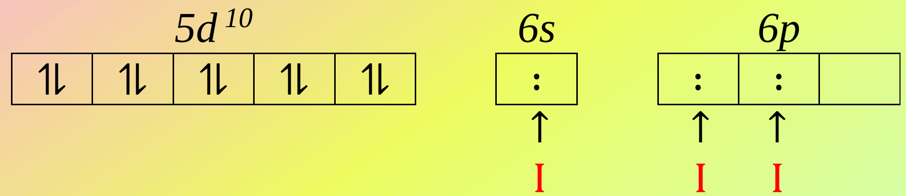
$_{80}Hg^{+2}$: $_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^0\ 6p^0$





$[HgI_3]^-$: $_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s\ 6p$





الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: sp^2، الشكل الهندسي: مثلث مستوي.

(تمهيدي تطبيقي 2017) / (تمهيدي تطبيقي 2019)

عرّف عدد التناسق

الحــل

هو عدد الجزيئات او الأيونات (الليكندات) التي ترتبط بالأيون الفلزي (المركزي) مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند أي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية.

(تطبيقي 2017 د1) / (تمهيدي تطبيقي 2019، ت 2018 د1)

ما هو الليكند؟ وما الفرق بين ليكند أحادي المخلب وأخر ثنائي المخلب؟

الحــل

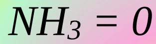
جزيء أو أيون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحدة او أكثر مانحة للمزدوجات الالكترونية. وعندما يهب الليكند مزدوجا واحدا من الالكترونات فانه يدعى أحادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب

(تطبيقي 2017 د3)

ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للكروم في المركب $[Cr(NH_3)_6]\ Cl_3$؟ وما اسم المركب التناسقي؟

الحـــل

اعداد التأكسد:


$NH_3 = 0$


$Cl = -1$

التكافؤ الأولي للكروم في المركب $[Cr(NH_3)_6]\ Cl_3$ هو:

$$Cr + (6\times0) + (3\times -1) = 0$$

$$\therefore Cr = +3$$

التكافؤ الثانوي = عدد الليكندات × عدد المخالب

= 1 × 6 = 6

اسم المركب التناسقي هو: كلوريد سداسي امين الكروم (III).

(خارج تطبيقي 2017 د1)

وضّح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $Na_3[Fe(CN)_6]$ كمعقد تناسقي؟

الحـــل

وذلك لأنه عند إذابة المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في الماء فأنه سوف يعطي الأيونات SO_4^{-2}، NH_4^{+}، Fe^{+2} والتي يتم التأكد من وجودها بالمحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها، أي يحتفظ كل أيون بصفاته المستقلة وهي صفة للأملاح المزدوجة. اما عند إذابة المركب $Na_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فأنه يتأين حسب المعادلة:



$$Na_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{-3} + 3Na^{+}$$

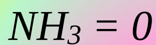
وبالتالي فإن محلول $Na_3[Fe(CN)_6]$ في الماء يعطي كشـــف لأيون Na^{+} فقط، ولا يعطي كشـــف لأيون الحديديك Fe^{+3} وأيون CN^{-} أي تختفي بعض الصفات المستقلة للأيونات المكون له وهذه صفة المركبات التناسقية المعقدة، وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج، بينما المركب $Na_3[Fe(CN)_6]$ هو مركب تناسقي.

(تطبيقي 2018 د3) / (تطبيقي 2017 د2)

ما التكافؤ الأولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي $[ZnCl_2(NH_3)_2]$؟

الحـــل

اعداد التأكسد:


$NH_3 = 0$


$Cl = -1$

التكافؤ الأولي للخارصين في المركب $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ هو:

$$Zn + (2\times -1) + (2\times0) = 0$$

$$\therefore Zn = +2$$

التكافؤ الثانوي = عدد الليكندات × عدد المخالب

= 1 × 2 = 2 (من الكلور)

= 1 × 2 = 2 (من الامونيا)

التكافؤ الثانوي = 4

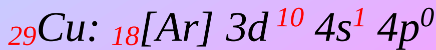
(خارج تطبيقي 2017 د1)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التناسقي $[Cu(CN)_2]^-$؟ علماً ان العدد الذري لـ $Cu=29$ ثم احسب μ.

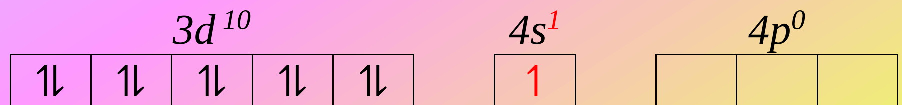
الحــل

$[Cu(CN)_2]^-$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Cu + (2\times -1) = -1 \Rightarrow Cu = -1 + 2 = +1$

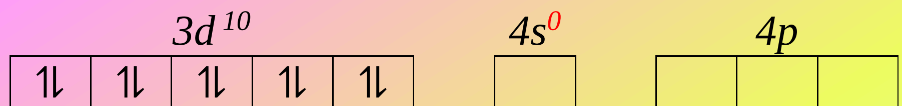


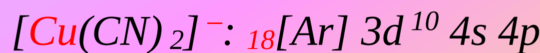
$_{29}Cu: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1\ 4p^0$



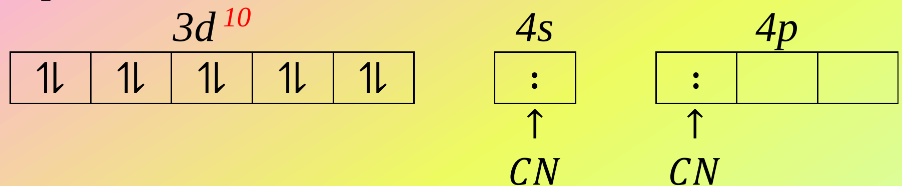


$_{29}Cu^{+1}: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^0\ 4p$





$[Cu(CN)_2]^-: {}_{18}[Ar]\ 3d^{10}\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp، الشكل الهندسي: خطي.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(خارج تطبيقي 2017 د2، 2018 د1) / (احيائي 2018 د1)

عرّف الأيون المركزي

الحــل

وهي الذرة المركزية المستقبلة للمزدوجات الإلكترونية، وعادةٍ تكون فلزاً يرتبط كيميائياً بالليكند بآصرة تناسقية

(خارج تطبيقي 2017 د2، ت 2019 د3، تمهيدي ت 2019)

علل/ وجود ليكندات أحادية المخلب وأخرى ثنائية المخلب؟

الحــل

الليكندات أحادية المخلب هي التي تهب مزدوجاً واحداً من الإلكترونات، اما الليكندات ثنائية المخلب فهي التي تهب مزدوجين من الإلكترونات.

(خارج تطبيقي 2017 د2)

ان الصيغة الكيميائية للمعقد التناسقي كلوريد سداسي امين الكروم (III) هي......

الحـــل



$[Cr(NH_3)_6]Cl_3$

(تمهيدي تطبيقي 2018)

علل/ لا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كمعقد تناسقي؟

الحـــل

لأن المركب هو ملح مور الخالي من الماء وعند ذوبانه في الماء فأنه يعطي جميع ايوناته SO_4^{-2}، NH_4^+، Fe^{+2}، أي يحتفظ كل أيون بصفاته المستقلة ويتم التأكد من وجودها بالمحلول بواسطة طرائق الكشف الشائعة لكل أيون.

(تمهيدي تطبيقي 2018)

سمّ المعقد التناسقي الآتي: $[Fe(H_2O)_6]SO_4$.

الحـــل

كبريتات سداسي أكوا الحديد (II).

(تطبيقي 2018 د2)

يسمى المركب المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ بـ.............................

الحـــل

كلوريد رباعي أكوا ثنائي كلورو الكروم (III)

(تطبيقي 2018 د2) / (خارج تطبيقي 2019 د1)

ما التكافؤ الاولي للحديد لكل من $K_3[Fe(CN)_6]$ و $[Fe(CO)_5]$؟

الحـــل

اعداد التأكسد:

$K = +1$

$CN = -1$

$CO = 0$

التكافؤ الأولي للحديد في المعقد $K_3[Fe(CN)_6]$ هو:

$$(3\times +1) + Fe + (6\times -1) = 0$$

$$\therefore Fe = -3 + 6 = +3$$

التكافؤ الأولي للحديد في المعقد $[Fe(CO)_5]$ هو:

$$Fe + (5\times 0) = 0$$

$$\therefore Fe = 0$$

(تطبيقي 2018 د3)

الصيغة التركيبية للمركب التناسقي: كبريتات ثنائي كلورو بس (أثلين ثنائي امين) الكوبلت (III) هي.......

الحـــل



$[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$

(خارج تطبيقي 2018 د1)

سمّ المركبات المعقدة الآتية: $K_4[Ni(CN)_4]$، $Na_2[PtCl_6]$.

الحــل

$Na_2\ [PtCl_6]$	$K_4\ [Ni\ (CN)_4]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) الصوديوم	رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم

(خارج تطبيقي 2018 د2)

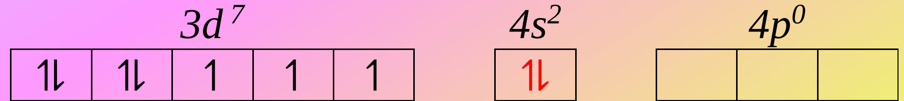
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[CoBr_4]^{-2}$؟ ثم احسب (μ) له علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$، $\sqrt{15} = 3.87$.

الحــل

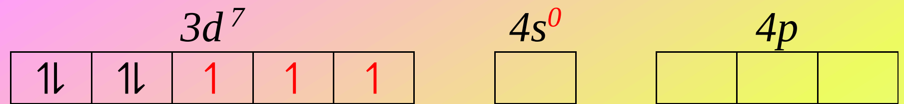
(نجد عدد التأكسد للذرة المركزية) $[CoBr_4]^{-2}$

$Co + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Co = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

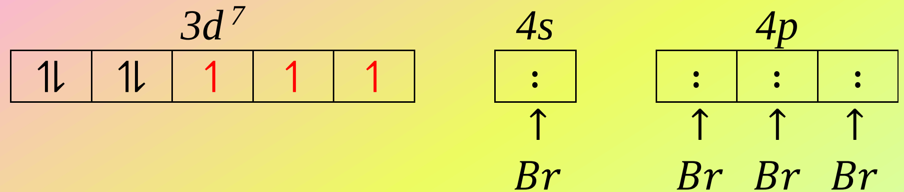
$_{27}Co:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^2\ 4p^0$

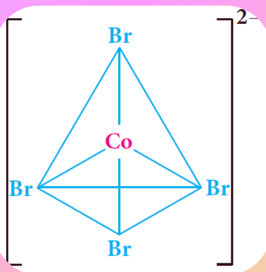


$_{27}Co^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^0\ 4p$



$[CoBr_4]^{-2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s\ 4p$





الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = \sqrt{e(e+2)} = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87$$

(تطبيقي 2019 د1) / (موصل 2017 د1)

عرّف ليكند ثنائي المخلب

الحــل

هي الأيونات او الجزيئات التي لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر ذرتين فقط (يهب مزدوجين من الإلكترونات) مكونةً مركبات حلقية وتسمى أيضاً ليكندات ثنائية السن مثل أيون الاوكزالات $C_2O_4^{-2}$.

(خارج احيائي 2017 د2)

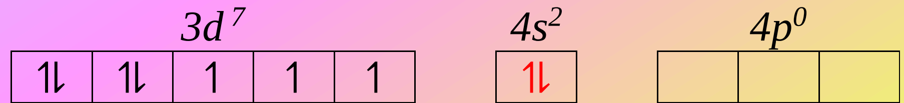
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(H_2O)_4]\ Cl_2$؟ ثم احسب (μ) له علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$، $\sqrt{15} = 3.87$.

الحــل

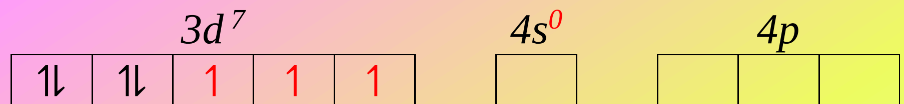
(نجد عدد التأكسد للذرة المركزية) $[Co(H_2O)_4]\ Cl_2$

$Co + (4\times 0) + (2\times -1) = 0 \Rightarrow Co = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

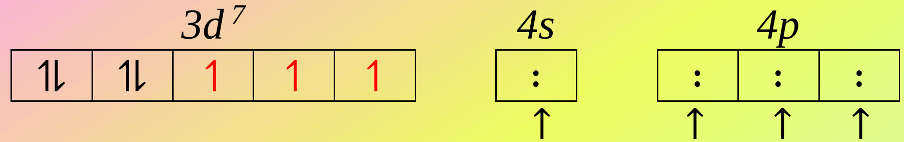
$_{27}Co:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^2\ 4p^0$



$_{27}Co^{+2}:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^0$



$[Co(H_2O)_4]\ Cl_2:\ _{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87$$

(تطبيقي 2019 د1) / (خارج تطبيقي 2019 د1)

ما الفرق بين أيونات الكلور الموجودة في المعقد التناسقي $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ من حيث قابليتها على التأين مع تفسير ذلك؟

الحــل

المركب التناسقي $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ مجاله التناسقي يحتوي على أيون كلوريد مرتبط بالذرة المركزية Co بواسطة آصرة تساهمية تناسقية وبالتالي لا يتأين، اما خارج المجال فهو يحتوي على ايونين كلوريد Cl وهذين الايونين موجودين في المجال الايوني ولهما القابلية على التأين وبالتالي يمكن ترسيبهما بأحد الكواشف المناسبة.



$$[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_5Cl]^{+2} + 2Cl^-$$

(تطبيقي 2019 د1)

اكتب الصيغة التركيبية للمعقد التناسقي رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم

الحـــل



$K_2[NiCl_4]$

(تطبيقي 2019 د2)

علل/ المعقدات التناسقية المتعادلة لا تتأين في الماء؟

الحـــل

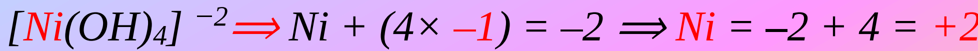
لأن المركبات التناسقية المتعادلة لا تحتوي على مجال أيوني خارج مجالها التناسقي، حيث إنها تتألف من ليكندات مرتبطة بالذرة المركزية بواسطة أواصر تناسقية تساهمية لا تتأين في محاليلها.

(تطبيقي 2019 د2)

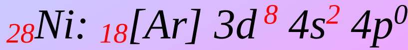
اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما عدد الإلكترونات المنفردة لكل من المركبات التناسقية التالية $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$ و $[Ni(OH)_4]^{-2}$؟ وما نوع التهجين للذرة المركزية والشكل الهندسي لكل منهما؟

الحـــل

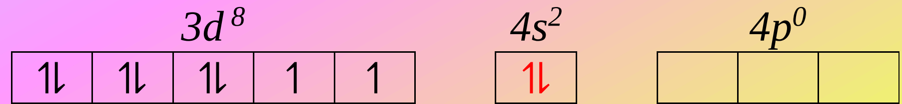
$[Ni(NH_3)_4]^{+2}$ (محلول سابقاً)



$[Ni(OH)_4]^{-2} \Rightarrow Ni + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Ni = -2 + 4 = +2$

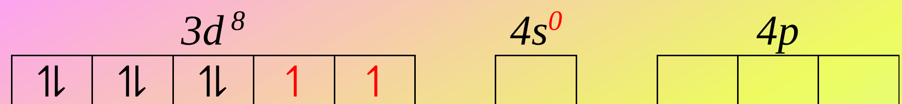


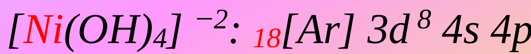
$_{28}Ni$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2\ 4p^0$



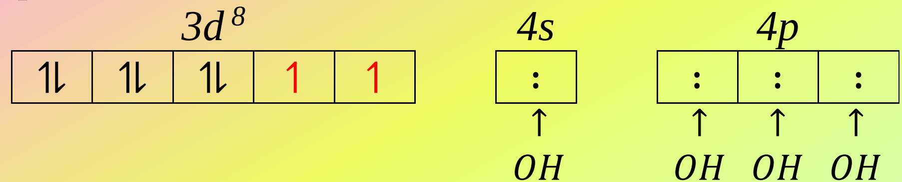


$_{28}Ni^{+2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0\ 4p$





$[Ni(OH)_4]^{-2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود (2) الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

(تطبيقي 2019 د3)

إنَّ الصيغة التركيبية للمعقد التناسقي كلوريد سداسي أكوا تيتانيوم (III) هي............

الحـــل



$[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

(احيائي 2017 د2) / (احيائي 2019 د1)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، قارن بين المركبين المعقدين $[Co(CN)_4]^{-2}$ و $[CoCl_4]^{-2}$ من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$.

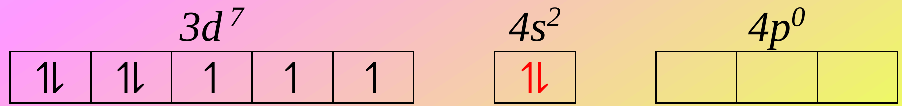
الحـــل

$[Co(CN)_4]^{-2}$ (محلول سابقاً)

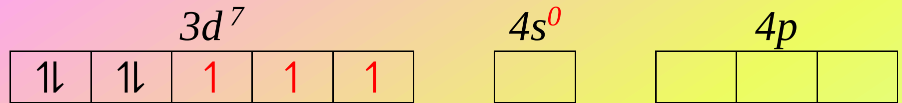
$[CoCl_4]^{-2}$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Co + (4\times -1) = -2 \Rightarrow Co = -2 + 4 = +2$ (∴ فقد الفلز الكترونين من غلافه الخارجي)

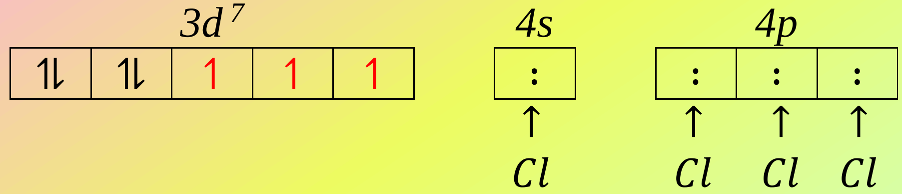
$_{27}Co$: $_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^2\ 4p^0$



$_{27}Co^{+2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s^0\ 4p$



$[CoCl_4]^{-2}$: $_{18}[Ar]\ 3d^7\ 4s\ 4p$



الصفات المغناطيسية: بارا مغناطيسي وذلك لوجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

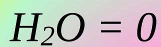
نوع التهجين: Sp^3، الشكل الهندسي: رباعي الأوجه منتظم.

(احيائي 2017 د2، د3)

سَمّي المركب التناسقي $[Cr(H_2O)_6]\ Cl_3$، وما التكافؤ الأولي والتكافؤ الثانوي للكروم في المركب؟

الحـــل

اعداد التأكسد:



$H_2O = 0$



$Cl = -1$

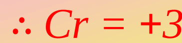
اسم المركب التناسقي هو:

كلوريد سداسي أكوا الكروم (III)

التكافؤ الأولي للكروم في المعقد $[Cr(H_2O)_6]\ Cl_3$ هو:

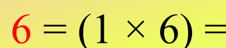


$Cr + (6\times 0) + (3\times -1) = 0$



$\therefore Cr = +3$

التكافؤ الثانوي = عدد الليكندات × عدد المخالب



$= (1 \times 6) = 6$

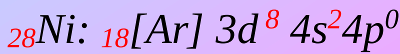
(خارج 2017 د1)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $Ca[Ni(CN)_4]$؟ ثم احسب (μ) له علماً ان العدد الذري لـ $Ni=28$.

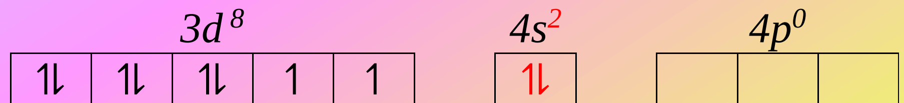
الحل

$Ca[Ni(CN)_4]$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$(1\times +2) + Ni + (4\times -1) = 0 \Rightarrow Ni = -2 + 4 = +2$



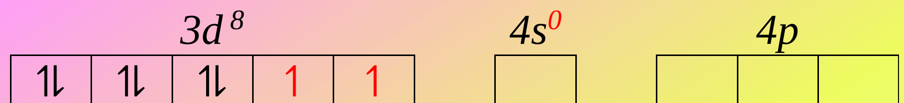
${}_{28}Ni: {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^2 4p^0$



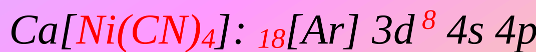
3d⁸					4s²	4p⁰		
1l	1l	1l	1	1	1l			



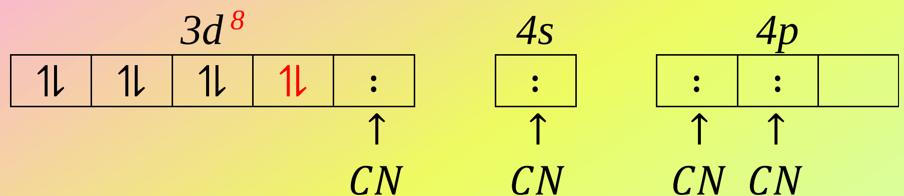
${}_{28}Ni^{+2}: {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s^0 4p^0$



3d⁸					4s⁰	4p		
1l	1l	1l	1	1				



$Ca[Ni(CN)_4]: {}_{18}[Ar]\ 3d^8\ 4s\ 4p$



3d⁸					4s	4p		
1l	1l	1l	1l	:	:	:	:	
				↑ CN	↑ CN	↑ CN	↑ CN	

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي.

$$\mu\ (B.M) = \sqrt{e(e+2)} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(موصل 2017 د1)

العدد الذري الفعّال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ يساوي .... علماً ان العدد الذري لـ $Co=27$.

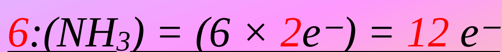
الحل



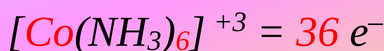
$[Co(NH_3)_6]^{+3}$

$Co = 27\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات قبل التأين)

$Co^{+3} = 24\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات بعد التأين)



$6:(NH_3) = (6 \times 2e^-) = 12\ e^-$



$[Co(NH_3)_6]^{+3} = 36\ e^-$

(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 36 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الكريبتون ${}_{36}Kr$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة EAN)

(موصل 2017 د1)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT)، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمركب التناسقي $K_2[PtCl_4]$ علماً ان العدد الذري $Pt = 78$؟

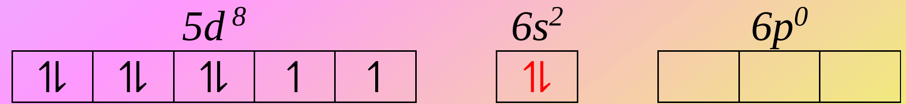
الحـــل

نجد عدد التأكسد للذرة المركزية $K_2[PtCl_4]$

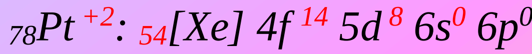
$(2\times +1) + Pt + (4\times -1) = 0 \Rightarrow Pt = -2 + 4 = +2$

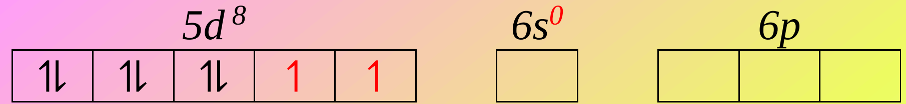


$_{78}Pt:\ _{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{2}\ 6p^{0}$



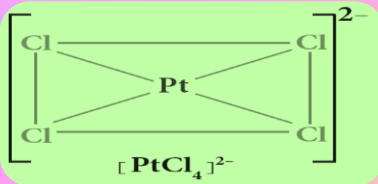
$_{78}Pt^{+2}:\ _{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{0}\ 6p^{0}$

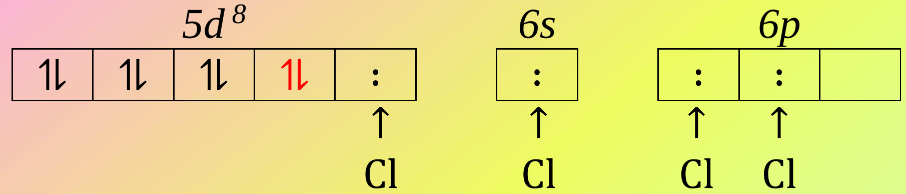




$K_2[PtCl_4]:\ _{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{8}\ 6s^{0}\ 6p^{0}$







❖حدث ازدواج للإلكترونات بالرغم من كون الليكند ضعيف (Cl^-) وذلك لأن (Pt) عنصر من السلسلة الانتقالية الثالثة

الصفات المغناطيسية: دايا مغناطيسي وذلك لعدم وجود الكترونات منفردة في الغلاف d.

نوع التهجين: dsp^2، الشكل الهندسي: مربع مستوي

$$\mu\ (B.M) = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{0(0+2)} = 0$$

(موصل 2017 د1)

ما التكافؤ الأولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المعقد التناسقي $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$؟

الحـــل

التكافؤ الأولي للكروم في المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو:

$Cr + (4\times 0) + (2\times -1) = +1$

$\therefore Cr = +1 + 2 = +3$

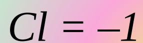
التكافؤ الثانوي = عدد الليكندات × عدد المخالب

$6 = (1 \times 6) =$

اعداد التأكسد:



$H_2O = 0$



$Cl = -1$

(2015 د1)

علل/ لا تنطبق قاعدة *EAN* على المعقد التناسقي $[CoI_2]^+$ علماً ان العدد الذري للكوبلت هو (27)؟

الحل

$[CoI_2]^+$ (نجد عدد التأكسد للذرة المركزية)

$Co + (2\times -1) = +1 \Rightarrow Co = +1 +2 = +3$ (عدد التأكسد)

$Co = 27\ e^-$

$Co^{+3} = 24\ e^-$

$2{:}I = (2\times 2e^-) = 4\ e^-$

$[CoI_2]^+ = 28\ e^-$

(لا تنطبق قاعدة *EAN* على المعقد التناسقي لأن العدد الذري الفعّال له لا يساوي العدد الذري لأحد العناصر النبيلة)

(احيائي 2018 د2)

الصيغة التركيبية للمعقد التناسقي كلوريد أكوا خماسي امين الكوبلت (III) هي..........

الحل


$[Co(NH_3)_5(H_2O)]Cl_3$

(احيائي 2018 د2) / (احيائي 2019 د2)

إذا علمت ان العدد الذري $Re=75$ فإن العدد الذري الفعّال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ هو (85، 65، 86)

الحل


$[Re_2(CO)_{10}]$

$Re = 75\ e^-$ (العدد الكلي للإلكترونات)

$Re–Re = 1\ e^-$ (آصرة جسرية فلزية)

$5{:}(CO) = (5 \times 2e^-) = 10\ e^-$

$[Re_2(CO)_{10}] = 86\ e^-$

(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال *EAN*، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 86 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الرادون $_{86}Rn$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة *EAN*)

(خارج احيائي 2018 د2)

اسم المركب التناسقي $K_2[PtCl_6]$ هو.......

الحل

سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

(احيائي 2019 د1)

ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي لـ $[Fe(CN)_6]^{-4}$؟ وما العدد الذري الفعّال للمركب؟ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ علماً ان العدد الذري $Fe=26$.

الحــل

التكافؤ الأولي للمعقد التناسقي $[Fe(CN)_6]^{-4}$ هو:

$$Fe + (6\times -1) = -4$$

$$\therefore Fe = -4 + 6 = +2$$

التكافؤ الثانوي = عدد الليكندات × عدد المخالب

$$6 = (1 \times 6) =$$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{+2} = 24\ e^-$

$6{:}CN = (6\times 2e^-) = 12\ e^-$

$[Fe(CN)_6]^{-4} = 36\ e^-$

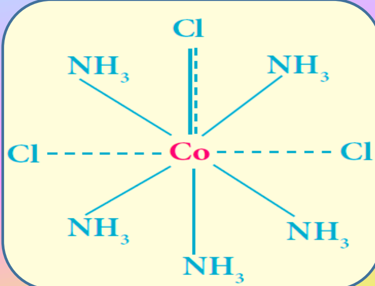
(تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال يساوي 36 وهو مساوي للعدد الذري للعنصر النبيل الكريبتون $_{36}Kr$، لذلك فالمعقد التناسقي يكون مستقراً لأنه يخضع لقاعدة EAN)

(احيائي 2019 د1)

مثّلَ (فرنر) المركب $CoCl_3.5NH_3$ حسب النظرية التناسقية بالصيغة..........

الحــل

$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ او ←



(خارج احيائي 2019 د1)

احسب العدد الذري الفعّال للمعقد التناسقي $[FeCl_4]^-$، وهل تنطبق قاعدة (EAN) عليه؟

الحــل

$[FeCl_4]^- \Rightarrow Fe + (4\times -1) = -1 \Rightarrow Fe = -1+4 = +3$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{+3} = 23\ e^-$

$4{:}Cl = (4\times 2e^-) = 8\ e^-$

$[FeCl_4]^- = 31e^-$

(لا تنطبق على المركب قاعدة العدد الذري الفعّال EAN، لأن العدد الذري الفعّال لا يساوي العدد الذري لأي عنصر نبيل)

(2014 د1) / (موصل احيائي 2017 د1)

وضّح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $Na_2[NiCl_4]$ كمركب تناسقي؟

الحـــل

وذلك لأنه عند إذابة المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ في الماء فأنه سوف يعطي الأيونات SO_4^{-2}، NH_4^{+}، Fe^{+2} والتي يتم التأكد من وجودها بالمحلول باستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل أيون منها، أي إنها تحتفظ بصفاتها المستقلة وهي صفة للأملاح المزدوجة. اما عند إذابة المركب $Na_2[NiCl_4]$ في الماء فأنه يتأين حسب المعادلة:



$$Na_2[NiCl_4] \rightleftharpoons [NiCl_4]^{-2} + 2Na^{+}$$

وبالتالي فإن محلول $Na_2[NiCl_4]$ الذائب في الماء يعطي كشف لأيون Na^{+} فقط، ولا يعطي كشف لأيون النيكل Ni^{+2} وأيون Cl^{-} لأنها داخل مجال التناسق وهذه صفة المركبات التناسقية المعقدة، وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج، بينما المركب $Na_2[NiCl_4]$ هو مركب تناسقي.

